Handbuch der naturgeschichtlichen Technik

Herausgegeben von Bastian Schmid

BGT





Handbuch
der naturgeschichtlichen Technik

für Lehrer und Studierende der Naturwissenschaften

Unter Mitwirkung von
A. Berg, Berlin · W. Bock, Hannover · P. Claussen, Berlin
P. Esser, Köln · H. Fischer, Berlin-Friedenau · K. Fricke, Bremen
P. Kammerer, Wien · H. Poll, Berlin · R. Rosemann, Münster
B. Schorler, Dresden · O. Steche, Leipzig · F. Urban, Plan
E. Wagler, Leipzig · B. Wandolleck, Dresden

herausgegeben von

Prof. Dr. Bastian Schmid

Mit 381 Abbildungen im Text



Leipzig und Berlin
Druck und Verlag von B. G. Teubner
1914

Vorwort.

Was die Lehrer der Physik und Chemie seit Jahren und zwar in verschiedenen größeren Werken besitzen, nämlich eine ihr berufliches Arbeitsgebiet umfassende Technik, hat bis jetzt den Biologen gefehlt.

In seiner vielseitigen Tätigkeit als Lehrer der Naturgeschichte da und dort vor allerlei Schwierigkeiten gestellt, mit Lücken in seiner Ausbildung, die noch vieles zu wünschen übrig läßt, behaftet, vielfach von der Literatur im Stiche gelassen, ist es selbst für den Pflichteifrigsten mitunter unmöglich, allen Anforderungen gerecht zu werden, die an ihn als Lehrer, Konservator der ihm unterstellten Sammlungen, Leiter von Exkursionen und Übungen usf. herantreten.

Und so ist dieses Werk nicht zuletzt einem Drange entstanden, aus all diesen Unzulänglichkeiten herauszukommen. Klar war mir von vornherein eines, nämlich, daß bei dem Umfang und der Vielseitigkeit der naturgeschichtlichen Tätigkeit kein Biologe alle Neuerungen und Verbesserungen, ja nicht einmal alle die in Frage kommenden Gebiete so beherrscht, um anderen vollbefriedigende Anleitungen geben zu können. Um von vornherein alle die Unzulänglichkeiten auszuschalten, die zweifellos allen referierenden und nicht selbstschöpferischen Werken anhaften, habe ich mich mit einer Anzahl von Spezialisten in Verbindung gesetzt, und es ist mir ein Vergnügen, konstatieren zu können, daß die aufgeforderten Herren, in voller Vertrautheit mit ihrem Stoff, ihre wertvollen, originellen, zum Teil in keiner Literatur niedergelegten Erfahrungen hier aufgezeichnet haben. Ihnen auch an dieser Stelle meinen Dank ausdrücken zu dürfen, ist mir eine besondere Freude.

Das Werk gliedert sich in einen mikroskopisch-technischen Teil, der Zoologie und Botanik (Bakteriologie) Rechnung tragend (H. Poll und H. Fischer), einen tier- und pflanzenphysiologischen (R. Rosemann und P. Claussen), in drei Abschnitte über das Sammeln von Tieren (E. Wagler, O. Steche und P. Kammerer), je einen zoologischen und botanischen Abschnitt über das Konservieren (B. Schorler und B. Wandolleck); des weiteren wurde je ein Kapitel gewidmet der Vivarienkunde (F. Urban), dem Schulgarten (P. Esser), den optischen Instrumenten (H. Fischer), der Photographie in ihrer Bedeutung für die Naturwissenschaft, der pädagogischen Technik des Exkursionswesens (K. Fricke), den zeitgemäßen (naturgeschichtlichen) Einrichtungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an höheren Schulen (B. Schmid), der Anlage geologisch-mineralogischer Schulsammlungen (A. Berg) und der Pflege der Naturdenkmäler (W. Bock).

Mit Ausnahme jener Abschnitte, welche sich speziell mit Schülerexkursionen und -übungen befassen, ist das Werk mit Absicht von pädagogischen Belehrungen und Hinweisen frei geblieben. Seine Hauptaufgabe besteht lediglich darin, den Lehrer und Studierenden mit den neuesten Methoden in den betreffenden Gebieten vertraut zu machen, ihm zu zeigen, was an Hilfsmitteln und Apparaten vorhanden ist und wie diese gehandhabt werden. Dabei war der Grundsatz leitend, nicht nur an reich dotierte Schulen, sondern auch an unbemittelte zu denken, und so erschien es auch angemessen, sowohl auf empfehlenswerte Bezugsquellen hinzuweisen als

auch Anleitung zur Selbstherstellung von Objekten und Lehrmitteln bzw. zum Herstellenlassen von solchen durch Handwerker zu geben.

Wendet sich eine Anzahl der in diesem Werke niedergelegten Artikel ausschließlich an den Lehrer bzw. den Studierenden, so kann doch auch Verschiedenes für die Schülerübungen verwertet werden. Es schien mir aber in diesem Falle geboten, keine Grenze zu ziehen und es dem Ermessen des Lehrers zu überlassen, was sich für ihn zur Bereicherung seiner Kenntnisse, seiner Sammlung und des Demonstrationsmaterials eignet und was von den Schülern ausgeführt werden kann.

Der Artikel von Berg behandelt ein in sich abgeschlossenes Gebiet und kommt dem Lehrer bei seiner Tätigkeit als Konservator der geologisch-mineralogischen Sammlung entgegen, sowie er auch entsprechend den betreffenden biologischen Aufsätzen zur Sammeltechnik anleitet. Mit dem Kapitel „Naturdenkmalpflege", einer im Verhältnis zu ihrer Bedeutung von der Wissenschaft an sich wohl immer noch nicht zur Genüge beachteten Materie, schließt der Anhang und damit das Ganze.

Vertreter der Hochschule sowohl als auch der Museums- und gärtnerischen Praxis und der Schule haben sich hier zu einem Werke zusammengefunden, das im Sinne der Förderung des naturgeschichtlichen Unterrichts zu wirken sich zur Aufgabe macht. Möge es dem Buche gegönnt sein, einen Baustein zur Fortbildung der Lehrer und dadurch zur Vervollkommnung des naturgeschichtlichen Unterrichts zu liefern, der so viel an Tatkraft, Umsicht und geistiger Arbeit erfordert, der so reich an Bildungswert ist und immer noch um seine Existenz zu ringen hat.

Zwickau, im Januar 1914.

Bastian Schmid.

Inhaltsverzeichnis.

Pflanzenphysiologische Versuche.

Von Prof. Dr. P. Claussen, Privatdozent an der Universität Berlin.

Tierphysiologische Versuche.

Von Prof. Dr. R. Rosemann, o. Professor der Physiologie und Direktor des Physiologischen Instituts der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Zoologisch-mikroskopische Technik.

Von Dr. med. H. Poll, Professor an der Universität Berlin.

Die mikroskopische Technik hat bei ihrer Anwendung auf die tierischen Lebewesen unstreitig ihre höchste und vollkommenste Verfeinerung erfahren. Die Kenntnis dieser Tatsache darf nicht zu der Meinung verführen, daß die Grundzüge des Aufbaues tierischer Körper einfachen technischen Hilfsmitteln gegenüber unzugänglich bleiben müßten. Im Gegenteil lassen sich alle wichtigen wissenschaftlichen Tatsachen mit einem recht geringen Aufwande von technischen Hilfsmitteln lehren und lernen.

In der Darstellung der tierischen Mikrotechnik ist stets in erster Linie Wert darauf gelegt worden, die besten, aber auch einfachsten Wege auszuwählen, alle verschmitzten und gekünstelten Methoden von unsicherem Erfolge auszuschalten. Es ist keinerlei systematische Vollständigkeit angestrebt und lediglich das in Schule und Eigenarbeit praktisch zu Ermöglichende im Auge behalten worden.

Im allgemeinen sind drei Stufen in der Ausgestaltung der Arbeit angenommen, in denen die mittlere dem normalen Aufwande von Zeit, Raum und Geldmitteln entsprechen dürfte. Für auskömmlichere Verhältnisse einerseits, für recht bescheidene anderseits sind die entsprechenden Angaben und Behelfe fortlaufend beigefügt.

Die hier angegebenen Methoden sind nicht lediglich für die Ausführung in den Übungen bestimmt, sondern sollen auch vor allem die Lehrkräfte in den Stand setzen, eine Anzahl von brauchbaren Demonstrationspräparaten für den Unterricht nach eigener Wahl selbst anzufertigen.

Die Einrichtung des Arbeitsraumes.

Als Arbeitstische für die Teilnehmer an den Übungen eignen sich am besten kleinere Tische, für nicht mehr als zwei Personen. Solche lassen sich wechselnden Raum- und Platzverteilungen am besten anpassen. Für jeden Schüler beträgt die minimale Breite des Platzes 80 cm, mehr als bequem ist 1 m; Tiefe der Tische 50 cm; sehr günstig ist die Anbringung einer etwa 2 cm hohen Leiste an der Fensterseite der Tische, falls sie nur einseitig besetzt werden. Bei Ausnützung beider Tischseiten ist die Tiefe entsprechend größer zu wählen. Diese Besetzungsart ist im allgemeinen nur für demonstrative Arbeiten zu empfehlen.

Der Arbeitstisch wird sehr leicht verschmutzt und das Abziehen der Platten macht vermeidbare Kosten. Man belege sie entweder mit Linoleum (teuer) oder, was genau das gleiche leistet, mit starkem Rollenpackpapier, das sich leicht erneuern läßt. Darüber wird eine Schicht starken Fließpapiers mit Reißnägeln ausgespannt. Sehr gut ist für die Anfertigung und Beurteilung sehr heller und durchsichtiger Präparate, wenn ein für allemal an der linken Seite des Arbeitenden etwa 5 cm vom Tischrande entfernt ein Stück matter schwarzer Pappe, etwa von 9 × 12 cm Größe aufgespannt liegt — es eignen sich dazu vorzüglich die den Autochromplatten beigegebenen Pappen — und diese sowie ein angrenzender Raum von etwa 9 × 12 cm Größe mit einer 13 × 18 cm großen Glasplatte (abgewaschene alte photographische Negative eignen sich hierzu vorzüglich) bedeckt wird, die man mit Reißnägeln festhält. Für bessere Ausstattungen gibt es auch Porzellantafeln dieser Art, halb weiß, halb geschwärzt.

Zur Platzausstattung gehören: 1. Färberöhrchen, zehn Stück für jeden Teilnehmer, 2. Pulverflaschen, acht helle, zwei braune, 3. zwei gewöhnliche Wassergläser, 4. Doppelschalen, zwei kleine, zwei große, 5. vier Uhrgläser, 6. je eine 100- und eine 200-ccm Flasche für absoluten, 96%igen Alkohol und Xylol, 7. ein Kanadabalsamglas, 8. ein kleiner Glastrichter, 9. zwei Emailtiegelchen für Paraffin, 10. eine kleine Spirituslampe (genügt für je zwei Teilnehmer).

Der Arbeitstisch sei mit verschließbaren Schubfächern versehen, in denen Bestecke, Präparatenmappen usw. aufbewahrt werden können.

Die Unterbringung der Mikroskope kann in verschiedener Weise geordnet werden. Am besten läßt man sie nicht unter Glasglocken oder Pappstürzen auf dem Tische stehen. Ständiges Verbleiben auf den Tischen ist höchstens in dem Ausnahmefall angebracht, daß für jedes Instrument ein Holzschränkchen vorhanden ist. Praktisch ist die Aufbewahrung in einem besonderen, gut schließenden Mikroskopschrank, in dem jedes Instrument seinen festen Platz mit der laufenden Instrumentennummer, gegebenenfalls mit dem Namen des oder der Benutzer für den zeitweilig stattfindenden Kursus trägt. Die Kontrolle über das richtige Vorhandensein ist durch diese Anordnung sehr erleichtert. Jeder Teilnehmer ist für die gute und sachgemäße Versorgung des ihm anvertrauten Instrumentes verantwortlich.



Abb. 1. Beleuchtungseinrichtung für das Mikroskop.
a) Hängendes Glühlicht. b) Mit Kupferammoniakat gefüllte Schusterkugel im Gestell. c) Mikroskop.

Der Vorführungstisch ist genau in der gleichen Weise, wie die Arbeitstische, einzurichten, jedoch in entsprechend größeren Abmessungen, nur ist hier Linoleumbelag jedenfalls vorzuziehen. Hinreichende Größe: 1,50 m × 80 cm. Sehr große Tische für diese Zwecke sind nicht praktisch, da sonst nicht genügend Hörer dicht genug herantreten können. Für die Ausstattung des Vorführungstisches, die wohl von Stunde zu Stunde in etwas anderer Weise neu aufgebaut werden, und der auch für Versuche und andere Arbeiten oft gänzlich abgeräumt werden muß, existiert am besten ein besonderes Fach oder eine Schublade, in dem alle während der Übungen auf ihm benutzten Gegenstände des Handgebrauches — Glassachen, Mensuren, Besteck usw. — ihren dauernden Platz finden. Am besten werden sie von den übrigen, im Laboratorium in Gebrauch befindlichen Geräten ein für allemal durch ein Merkzeichen gekennzeichnet, das durchaus nicht sehr auffallend zu sein braucht.

Über die Anordnung von Gas-, Wasser- und Elektrizitätsleitung, sowie von Heizung und Beleuchtung entscheiden in so hohem Grade die örtlichen und äußeren Verhältnisse, daß sich allgemeine Vorschriften kaum geben lassen. Es reichen an Gasanschlüssen für den Betrieb des Laboratoriums drei aus, der eine für den Thermostaten, der zweite für Kochzwecke, der dritte für Beleuchtung. Ist man gezwungen, am Abend oder bei schlechter Beleuchtung zu

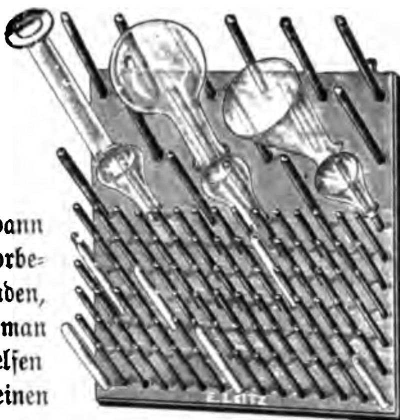


Abb. 2. Trockengestell für Glasgeräte, in der Nähe der Wasserleitung anzubringen.

arbeiten, was tunlichst stets zu vermeiden ist, so bleibt das einfachste Mittel ein Glühlichtbrenner, am schönsten mit hängendem Strumpf (Grätzin-Licht) und eine mit einer Kupferammoniakatlösung von passender Verdünnung gefüllte Schusterkugel (Abb. 1). Die Wasserleitung ist, wenn nur ein Anschluß zur Verfügung steht, bequem mit einem Zweighahn zu versehen, so daß dann ein Arm für den Betrieb der Wässerungseinrichtung vorbehalten bleibt. Elektrische Anschlüsse sind, wenn vorhanden, in der Zahl von 2 oder 3 anzuordnen, auch hier kann man sich bequem mit Zweigsteckdosen und Litzenleitung behelfen.

Im Laboratorium stehen zur allgemeinen Benutzung in der Regel einige Gebrauchsgegenstände und kleine Vorräte bereit, die am besten in einem kleinen Gerätekasten oder Schränkchen ihren besonderen festen Platz finden, sofern sie nicht, zu dauernder Verwendung, an eine bestimmte Stelle gebunden sind.

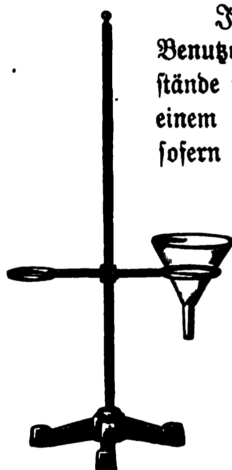


Abb. 3. Filtriergestell.

Allgemeine und Reinigungs-Geräte.

1. Ein großer Steingutabfalltopf, außer einigen kleineren, die für je zwei Plätze gemeinsam bestimmt sein können.

2. Hand-, Wisch- und Gläsertücher; zum Reinigen der Objektträger und Deckgläschen ist am besten alte Leinwand zu verwenden.

Die Gläsertücher sind am besten aus Leinwand zu wählen, da Baumwolle stets stark „fusselt". Die Appretur ist vor der ersten Benutzung durch Waschen zu entfernen.

3. Ein Trockengestell für Gläser; kann durch Einnageln von schrägen Holzzapfen auf ein größeres, neben der Wasserleitung hängendes Brett leicht angefertigt werden (Abb. 2).

4. Eine Flaschenbürste.

5. Ein Bunsenbrenner mit Kleinsteller; praktisch ist außerdem ein Mikrobrenner für die Anfertigung von Kanülen (s. S. 49); für Glasbiegen und Ausziehen ein Schwalbenschwanzaufsatz für den Bunsenbrenner.

6. Eine Spirituslampe.

7. Zwei eiserne Dreifüße.

8. Ein gewöhnlicher Gaskocher mit Kochtopf mit weiter Öffnung, nicht zu hoch; dient gleichzeitig, mit einer Holzplatte als Unterlage für die Kochkolben usw. versehen, als Wasserbad.



Abb. 4. Korkenpresse.

9. Drahtdreiecke, Drahtnetze, für das Erhitzen von Bechergläsern oder Kolben.

10. Ein Filtriergestell (Abb. 3).

11. Ein Thermometer mit Teilung bis zu 100°.

12. Ein Satz Korkbohrer und eine Korkenpresse (Abb. 4).

13. Gummischlauch (nicht viel vorrätig halten); nicht im Gebrauch befindlichen Schlauch mit dünnem Glyzerin außen und innen feucht halten.

14. Eine feine Glasfeile.

15. Eine Küchen- oder Weckeruhr.

16. Ein Alkoholometer.

Präparierhilfsgeräte.

1. **Präparierbretter**, je eins etwa 70 × 30 cm, für größere, und 45 × 20 cm für kleinere Tiere. Es genügen gewöhnliche Holzbretter mit einem etwa 1 cm hohen Rande, die mit einem flüssigkeitsundurchlässigen Anstrich versehen sind. Gute Dienste leistet Imprägnieren mit einem heißen Wachsparaffingemisch. (Reste von Paraffin aus dem Laboratorium mit 1/4 Wachs versetzt.) An den Ecken, 1 cm vom Rande entfernt, werden kräftige Drahtösen befestigt, die zum Anbinden der Halteschnüre dienen.

2. **Präparierschalen.** Größere von etwa 30 × 20 cm und kleinere von etwa 20 × 15 cm, am besten mit schrägem Rand und einem Ausguß von Paraffinwachsmasse.

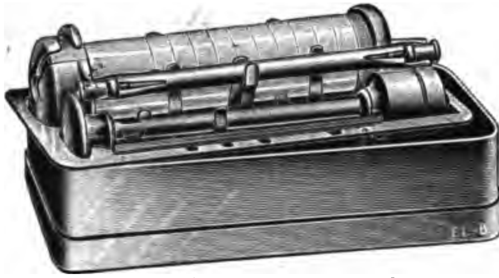


Abb. 6. Rekordspritze a) auseinandergenommen; stets in dieser Art aufzubewahren! b) zusammengesetzt, aber ohne Kanüle.



Abb. 5. Siebspatel.



Abb. 6 b. In diesem Zustande ist die Spritze mit Flüssigkeit zu füllen; dann erst wird die Kanüle angesetzt.

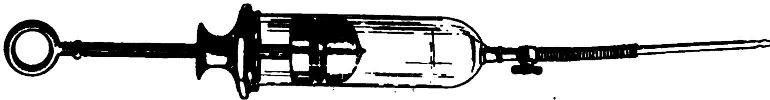


Abb. 7. Injektionsspritze, fertig zum Gebrauch, mit Glaskanüle als Ansatz; stark verkleinert.

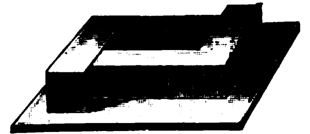


Abb. 8. Einbettungswinkel aus Metall.

Anfertigung solcher Schalen gelingt nicht schwer aus geeigneten Pappkastendeckeln, die mehrfach mit Asphaltlack innen und außen angestrichen werden.

3. **Kork- und Wachsplatten.** Letztere werden auf einer hinreichend großen, sauber geputzten Glasplatte in der Dicke etwa von 3 mm aus käuflichem zerlassenem Wachs gegossen und in passende Streifen und Stücke geschnitten aufbewahrt.

4. **Stecknadeln verschiedener Größe, auch sogenannte Insektennadeln, ferner ein kleiner Vorrat von Schweineborsten und Igelstacheln.** Ein Igel, den man zu Präparationszwecken kauft, und dessen Fell man abzieht und trocknet, liefert für Jahre hinaus billigen Vorrat.

5. **Spatel aus Blech, Glas und Horn.** Sehr praktisch für viele Zwecke ein Blechspatel, den man mit einem starken Pfriem von oben her durchlöchert, so daß durch diese Sieböffnung Flüssigkeit ablaufen kann, oder ein eigener Siebspatel (Abb. 5).

6. **Injektionsspritzen.** a) 1 kleine Pravaz-Spritze.

b) 1 Rekordspritze für 5—10 ccm (Abb. 6).

c) 1 große Injektionsspritze, am besten aus starkem Glas mit Gummi- oder Lederkolben, etwa 300—500 ccm fassend (Abb. 7).

Einbettungs- und Schnitthilfsgeräte.

1. **Emaillierte Paraffintiegel mit flachem (nicht rundem) Boden.** Gegebenenfalls mit Handgriffen (nehmen bei beschränktem Raum im Wärmeofen viel Platz weg). Je zwei für jeden Teilnehmer, oder einige gemeinsame für das ganze Laboratorium.

2. **Einbettungswinkel:** auf einer dicken Glas- oder Metallplatte stehen zwei rechtwinklig gebogene Metallplatten aus Messing oder Blei, die, je nachdem man sie zusammen-

stellt, kleinere oder größere Blöcke zu gießen erlauben (Abb. 8). Der Einbettungsrahmen ist stets feucht zu gebrauchen. Praktischer fertigt man sich für die verschiedenen Objektgrößen aus starkem Schreibpapier Kästchen an (Abb. 9).

3. Eine mindestens 5 cm tiefe Einbettungsschale, die am besten ihren festen Platz in der Nähe der Wasserleitung und des Thermostaten behält.

4. Aufklebeblöckchen. a) Aus Holz; man kauft einen billigen Kinderbaukasten und zersägt die Bausteine in passende Stücke von verschiedener Größe. Auch geschnittenes dickes Kisten- oder Brennholz dient zum gleichen Zwecke.

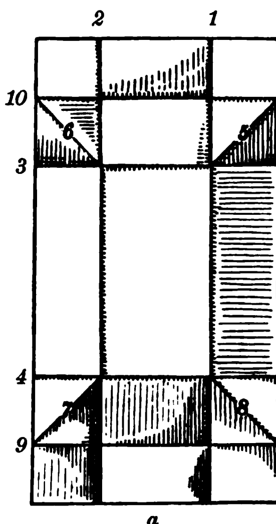
b) Aus Stabilit, mit geriefter Oberfläche zum Aufkleben von Zelloidinblöcken (Abb. 10).

5. Schleifgeräte für die Schneideinstrumente, besonders Mikrotommesser:

a) Ein guter Zimmerscher Streichriemen.

b) Ein Abziehstein (belgischer).

c) Gegebenenfalls je nach der Art der Mikrotommesser ein Abziehhalter (Abb. 11).



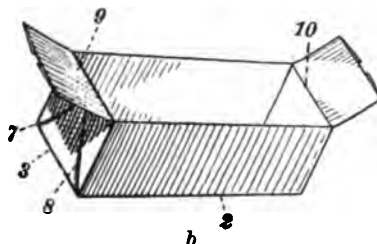


Abb. 9 *a* und *b*.
Anfertigung des Einbettungskästchens aus Schreibpapier: die Ziffern geben die Folge der Knifflinien an; Kniff 1—4 sämtlich nach dem Beschauer zu auszuführen, dann wird das Papierstück aufgeklappt, und die Schrägkniffe 5—8 werden so gelegt, daß in 6 Kniff 2 auf 3, in 7 aber 2 auf 4, in 5 Kniff 1 auf 3, in 8 aber 1 auf 4 fällt. Die Schrägkniffe gehen vom Beschauer fort. Kniff 9 und 10, ebenfalls in der Richtung vom Beschauer fort, halten dann die Seitenwände in ihrer Stellung fest

Hilfsgeräte für die Montierung der Präparate.

1. Ein kleiner Glaserdiamant zum Schneiden von größeren Objektträgern aus alten photographischen Platten oder sonstigen Glasplatten. Man fertigt sich dazu ein passendes Glasschneidebrettchen an. Eine Holzplatte von der Stärke eines dicken Zigarrenkistendeckels bezieht man mit Hilfe von Reißzwecken, die auf der Unterseite angebracht werden, mit einem Stück dicken Tuches und nagelt längs der einen Seite eine gerade geschnittene Leiste ebensolchen Holzes auf, die als Anlage für die zu schneidende Platte dient. Als Führung schneidet man sich passende Zigarrenkistenholzbrettchen, denen man sogleich das Maß der am häufigsten benutzten Abmessungen gibt, z. B. für die Halbierung photographischer 9 × 12 Platten (praktisch für große Objektträger).

2. Ein Schreibdiamant zum Signieren von Glasgeräten, auch von photographischen Platten, Präparaten usw. Bei weitem den zu solchen Zwecken dienenden Fettstiften zum Schreiben auf Glas vorzuziehen.



Abb. 10. Stabilitklötzchen zum Aufkleben von Zelloidinblöcken.

3. Derartige Fettstifte, blau, rot, gelb wähle man nur ohne Holzfassung mit Papierhülle.

4. Glastinte zum gleichen Zweck, ist praktisch durch jede gewöhnliche Tinte ersetzbar, wenn man die zu beschreibende Fläche zuvor dünn mittels eines Läppchens mit Kanadabalsam bestreicht und diesen antrocknen läßt.



Abb. 11. Abziehhalter für Mikrotommesser (s. Abb. 25).

5. Etiketten, am besten starke, mindestens 1,5 mm dicke Pappscheiben, passender Größe, die mit Syndetikon oder Fischleim angeklebt werden. Dünne Papieretiketten, perfo-

riert und gummiert nur für Präparate, die ständig in Mappen geordnet aufbewahrt werden. Bei der Anwendung dicker Etikettpappen können auch frische Präparate gefahrlos übereinandergeschichtet werden.

6. Ein guter weicher Pinsel zum Abstauben von Glasplatten, Objektträgern, Deckgläsern vor der Montierung der Präparate.


Abb. 12. Lackspatel für Deckglaskitt.

7. Lackspatel (Abb. 12) und Deckglaskitt, zum Einschluß von Glyzerin- usw. Präparaten.

Besteck für den allgemeinen Gebrauch.

Für die Zwecke von Demonstrationen, Sektionen usw. bedarf man eines größeren Satzes von Instrumenten, der folgende Teile enthalten muß:

1. Messer, ein kleines, spitzes, ein mittleres und ein großes Präpariermesser mit Holzheft. Die Metallhefte sind lediglich eleganter, entbehrlich, wenn sie nicht sterilisiert zu werden brauchen. Vervollständigt kann dieser Satz durch Mittelgrößen und ein besonders starkes Messer für die Zerlegung sehr großer Tiere werden.

2. Ein großes Rasiermesser, plankonkav geschliffen und ein kleines gewöhnliches Rasiermesser.

3. Scheren: notwendig eine große gerade und eine kleine gebogene, sogenannte Coopersche Schere (Abb. 13). Eine kleine gerade und eine kleine gebogene Scheere, sog. Mikroskopierscheren (Abb. 14).


Abb. 13. Coopersche Schere. Abb. 14. Gebogene Mikroskopierschere.

Bei der Auswahl von Scheren ist darauf zu sehen, daß sie auch nach oft wiederholtem Schneiden (einfach in die Luft hinein auszuführen, um die Schärfe nicht zu beeinträchtigen,) keine quietschenden Geräusche geben dürfen, was zuweilen nur durch die Ölung, ja schon durch Bestreichen der Blätter mit der stets etwas fettigen Fingerkuppe, künstlich verhindert wird.

4. Pinzetten. Eine große kräftige anatomische Pinzette mit gerieften Branchenenden, eine chirurgische Pinzette mit feinen Häkchen an den Enden, zwei feine Mikroskopierpinzetten; wünschenswert für manche Zwecke, aber entbehrlich sind Pinzetten mit gebogenen Armenden. Eine Deckglaspinzette nach Cornet zum Halten von Deckgläsern beim Färben.



Abb. 15. Arterienklemmen.

5. Ein Knorpelmesser, eine Knochenschere, zwei gebogene Arterienklemmen (Abb. 15), ein kleiner stumpfer Haken.

Zum Aufbewahren der Messer ist ein besonderes Messerkästchen erwünscht, das man sich auch selbst durch Anbringen zweier gekerbter Holzleistchen in einen passenden Kasten anfertigen kann; in der einen Kerbe soll das Heftende, in der anderen der Messerhals ruhen. Außerdem ist es wünschenswert, eine vollständige Schülerausrüstung für die Demonstrationen des Gebrauchs der Gegenstände als Laboratoriumsbesitzer zur Verfügung zu haben.

Das Schülerbesteck[1]) muß zum mindesten enthalten:

1) Eine sehr praktische Zusammenstellung, für fast alle mikroskopischen Arbeiten ausreichend, ist im anatomisch-biologischen Institut in Berlin im Gebrauch. (Präparator Spitz.) Sie enthält:

1 kleine Schere	2 Nadeln	3—4 Uhrschälchen
1 kleine Pinzette	1 groben Federborstenpinsel,	1 Glasstab
1 Spatel	1 feinen Marderhaarpinsel mit	1 Pipette.
1 Skalpell	langem Holzstiel	

Derartige Zusammenstellungen, nach Gewohnheit und Bedarf ergänzt, können sehr gut zur Verfügung vorrätig gehalten und jedem einzelnen für die Dauer der Arbeit übergeben werden.



Abb. 16. Einfacher Paraffinofen

Arbeitsgeräte für den allgemeinen Gebrauch.

Thermostat. Als einfachster Wärmeapparat für die Einbettung von Paraffinpräparaten empfiehlt sich ein gewöhnliches chemisches Trockenschränkchen (Abb. 16), ein Blechkasten auf vier Füßen mit einer als Tür konstruierten Wand, der von jedem Klempner angefertigt werden kann. Mit einiger Mühe gelingt es, durch Einstellung einer kleinen Bunsenflamme oder auch jeder anderen Wärmequelle auf passende Größe eine Temperatur von etwa 55° nahezu konstant zu erhalten. Um höheren Ansprüchen an Gleichmäßigkeit der gewünschten Temperatur zu genügen, wird ein Thermoregulator angebracht und ein doppelwandiger Kasten verwandt werden müssen, dessen Wandhohlraum mit bereits vorgewärmtem Wasser gefüllt wird. Je einfacher ein Thermoregulator konstruiert ist, desto zuverlässiger arbeitet er. Ihr Prinzip beruht im allgemeinen auf der Ausdehnung von Füllmassen — Gas, Quecksilber usw. —, die beim Überschreiten der gewünschten Grenze die Wärmelieferung selbsttätig verringern, wie es durch teilweisen Verschluß der Gaszufuhr oder durch Betätigung elektrischer Kontakte geschieht.

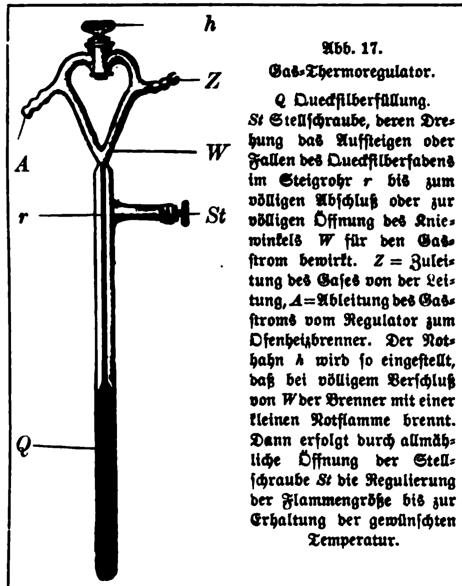


Abb. 17. Gas-Thermoregulator. Q Quecksilberfüllung. St Stellschraube, deren Drehung das Aufsteigen oder Fallen des Quecksilberfadens im Steigrohr r bis zum völligen Abschluß oder zur völligen Öffnung des Kniewinkels W für den Gasstrom bewirkt. Z = Zuleitung des Gases von der Leitung, A = Ableitung des Gasstroms vom Regulator zum Ofenheizbrenner. Der Nothahn h wird so eingestellt, daß bei völligem Verschluß von W der Brenner mit einer kleinen Notflamme brennt. Dann erfolgt durch allmähliche Öffnung der Stellschraube St die Regulierung der Flammengröße bis zur Erhaltung der gewünschten Temperatur.

Abb. 17 zeigt einen Gasregulator für sich, Abb. 18 einen völlig allen Ansprüchen genügenden Thermostaten von Sartorius mit Benzinheizung. Praktisch, aber für die weitaus größte Mehrzahl aller Arbeiten durchaus entbehrlich, ist der Aufbau eines zweiten Kastenraumes für niedrigere Wärmegrade, der als Trockenschrank für das Aufkleben von Präparaten und für die Vorbehandlung der Objekte im weichen Paraffin dienen kann (Abb. 19). (Ersatz des Trockenofens s. S. 42).

Die Anbringung des Wärmeofens geschieht am zweckmäßigsten an einer festen Mauer (niemals an einer dünnen, z. B. einer Rabitzwand) an zwei starken eisernen Trägern; über dem Ofen

1 Rasiermesser	1 Leinentuch	1 Schere
1 Spatel	1 Pinsel	80 Etiketten
1 Skalpell	25 Objektträger	1 Lackspatel
2 Präpariernadeln	25 Deckgläser	1 Dose Lack
1 Zeichenheftchen	1 Glasstab	3 Uhrschalen
1 Bleistift	1 Pinzette	1 Pipette.
1 Ledertuch		

bringt man ein nach vorn im Winkel von etwa 30° abgebogenes Blech an, um das häßliche Verrußen der Wand oberhalb des Ofens zu verhindern. Die Füllung der doppelwandigen Thermostaten geschehe mit heißem Wasser, das am besten einmal aufgekocht ist. Das Wasserstandsrohr werde mit einem Pfropfen lose verschlossen.

Mikrotom und Zubehör. Als einfaches Instrument für die Anfertigung feinerer Schnitte dient das Hobelmikrotom. (Jung.) Es ist vorzugsweise bestimmt für die Herstellung von Gefrierschnitten, liefert aber auch durchaus brauchbare Paraffinschnitte (Abb. 20).

Auf der Oberfläche einer Metalltrommel wird das Objekt befestigt, entweder durch Anfrieren oder, falls es in Paraffin eingebettet ist, mittels einer Metallkammer. Die Trommel gleitet in einer röhrenförmigen Führung (Ölen, gegebenenfalls Rostflecke mit Petroleum oder Xylol entfernen) und wird in dieser durch eine Mikrometerschraube senkrecht emporgehoben. Eine Gradeinteilung des Trommelrandes erlaubt die Einstellung der Schnittdicke, die Hebung erfolgt automatisch; ein mit der senkrechten Stütze des Messerhalters beweglich verbundener Hebel greift bei jedem Zurückführen des Messers in ein Zahnrädchen auf der Trommelachse ein und dreht diese um die gewünschte Anzahl von Zähnen entgegengesetzt dem Sinne des Uhrzeigers herum. Je mehr Zähnchen durch die Verstellung eines kleinen verschieblichen Metallblockes für den Eingriff des Hebels freigelegt werden, desto stärker ist die Hebung, desto dicker wird der Schnitt. Ist die Mikrometerschraube zu hoch hinaufgedreht oder der Block zu hoch, so kann durch Drehen des Trommelrades in der entgegengesetzten Richtung die Trommel hinuntergeschraubt werden. Das Messer wird hobelartig durch Hin- und Herführen des Handgriffes über den Block hinweggeführt. Vor Beginn der Arbeit überzeuge man sich durch Herausziehen der Trommel, daß der Führungsstift gerade eben mit der Fingerkuppe fühlbar aus dem Hülsenboden hervorragt, setze dann die Trommel ein, befestige den Block und spanne erst dann das Messer in den Halter so ein, daß es gerade über die Schnittfläche dahingleitet. Der ganze Apparat muß fest an einer Tischkante angeschraubt sein.



Abb. 19. Thermostat mit Aufsatz.
Modell des anatomisch-biologischen Instituts in Berlin.



Abb. 18.
Einfacher Thermostat mit Lampenheizung.

Als Gefriereinrichtung dient entweder ein Äthergebläse (nur empfehlenswert bei steuerfreiem Ätherbezug, sonst teuer) oder eine Kohlensäurebombe (s. Abb. 20), die durch Schläuche mit je einer besonderen Gefriertrommel verbunden werden. Am billigsten und einfachsten ist der Betrieb mit Anästhol, technisch hergestelltem unreinem Äthylchlorid, das in besonderen Tuben für Mikrotomierzwecke erhältlich ist.

Bei Bestellung von Gefriermikrotomen muß die Gefrierart — Äther, Kohlensäure, Anästhol — angegeben werden.

Schlittenmikrotom nach Schanze. Von größeren Instrumenten, die für alle Zwecke

ausreichen, empfiehlt sich durch die Einfachheit der Handhabung und die Derbheit seiner Bauweise das Schlittenmikrotom von Schanze (Modell B) sowohl zur Anfertigung von Paraffin- wie Zelloidinschnitten.



Abb. 20.
Hobelmikrotom mit der Einrichtung für Kohlensäure-Gefriereinrichtung.

In der nach allen Richtungen des Raumes verstellbaren Objektklammer (vorzuziehen das Modell mit Flügelschrauben) wird der Block eingespannt. Jene wird in der senkrechten Objektschlittenbahn gehoben und zwar durch eine in dieser Richtung wirkende Mikrometerschraube, die von einer großen mit Gradeinteilung versehenen Kreisscheibe aus betätigt wird. Ein kräftiger Metallklotz läuft in der Messerschlittenbahn und trägt in einem Längsschlitz die Flügelschraube des Messers (Abb. 21).

Sitzt der Block zu hoch, oder ist der Objektschlitten am oberen Ende seiner Bahn angelangt, so wird er durch Drehen der Teilscheibe in der Richtung des Uhrzeigers gesenkt. Als besonderer Vorteil dieses Modells ist zu nennen, daß auch der Gefrierapparat von R. Krause an diesem Instrument angebracht werden kann: durch einfaches Auswechseln der Objektklammern gegen einen Ring, der die Gefrierkammer trägt.

Nur für besondere Zwecke empfiehlt sich die Wahl komplizierter Modelle (Abb. 22):

1. mit automatischer Schnittdickeneinstellung, mittels eines verstellbaren Hebels,
2. mit einer Feinübertragung für Anfertigung von Schnitten, die dünner als 5 μ sind,
3. mit Kurbelbewegung des Messerschlittens.

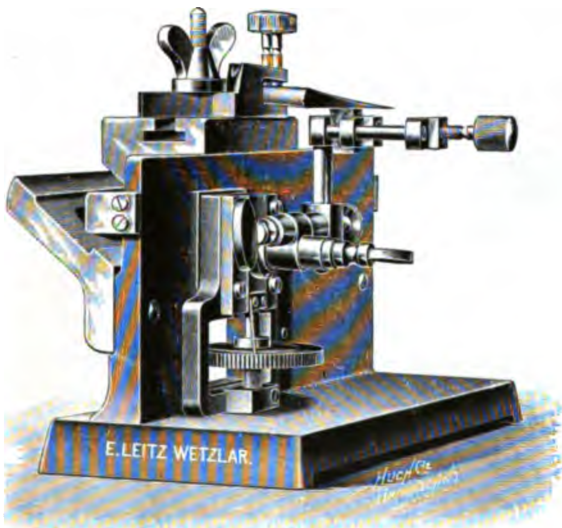


Abb. 21. Schanze-Mikrotom für Handführung.

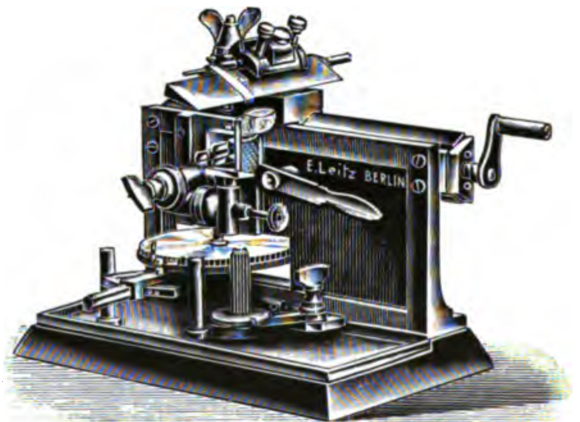


Abb. 22. Schanze-Mikrotom mit Kurbelführung, automatischer Schnittdickeneinstellung und Feinübertragung für 1—5 μ-Schnitte.

Andere verbreitete Bautypen sind die Jungschen Mikrotome, bei denen die Hebung des Objektes durch Verschieben des Objekthalters auf einer schiefen Schlittenbahn erfolgt. Ferner die Systeme mit feststehenden Messern, bei denen der Objekthalter beweglich angeordnet ist. Hierher gehört das Minot-Mikrotom, das sich besonders für die Massenherstellung von Schnitten eignet.

Mikrotommesser. Für das Hobelmikrotom dient das Hobelmesser (Abb. 23). Für das Schlittenmikrotom zum Paraffinschneiden das kleine gabelstielige Henkingmesser (Abb. 24).

Für feinere Zwecke sind größere Paraffinmesser von Jung (Abb. 25) mit planer Unterfläche, konkav geschliffener Blattoberfläche auszuwählen.

Insbesondere empfehlen sich für Zelloidinschnitte Messer mit beiderseits konkav geschliffenem Blatt und längerer Schneide, die stets schräg gegen die Messerbahn gestellt und in ihrer ganzen Menge ausgenutzt werden soll: Weigertsches Messer (Abb. 26).



Abb. 23. Hobelmesser für das Hobelmikrotom.



Abb. 24. Henking-Gabelmesser.

Messerhalter. Für das kleine Henkingsche Gabelmesser ist ein besonderer Messerhalter entbehrlich, nicht so für die größeren Mikrotommesser. Im allgemeinen dürfte für diese ein verstellbarer Halter (Abb. 27) empfehlenswert sein, mit dessen Hilfe der Messerschneide eine bestimmte Neigung gegen die Horizontalebene erteilt werden kann, da die Messerführung zu einer im Halter beweglichen Walze ausgebildet ist.

Abziehhalter für die größeren Mikrotommesser ohne eigenen Griff ist kaum entbehrlich (Abb. 11, S. 5).

Wage. Im allgemeinen wird für die Zwecke der mikroskopischen Technik die Wage des chemischen Laboratoriums zur Verfügung stehen. Es reicht für gröbere Wägung eine gute Küchenwage vollständig aus, für feinere eine Apothekerhandwage, sei es mit, sei es ohne Stativ, feinere Wagen sind völlig entbehrlich.

Zentrifuge. Für besondere Zwecke (Blutuntersuchungen) kommt die Anschaffung einer kleineren Handzentrifuge in Betracht (Abb. 28).

Glas- und Porzellangeräte.

Zum allgemeinen Gebrauch:

1. Große Vorratsflaschen für Lösungen, 300 bis 1000 ccm Inhalt. Man kann mit Vorteil Arzneiflaschen, helle und dunkle, für größere Mengen Weinflaschen und Tintenflaschen verwenden. Die alten Flaschen des Originalformalin (Schering) sind sehr praktisch und vielseitig benutzbar. Flaschen mit Glasstopfen sind nur für wenige Reagentien notwendig: OsO_4, H_2O_2, HNO_3 und andere, die den Kork angreifen und so die Lösungen verschmutzen würden. Keine geleerte Flasche fortwerfen! Schrankfach einrichten: leere Flaschen! Für einige Methoden sind kleine Tropfflaschen recht angenehm (leere Arzneifläschchen). Spritzflasche für destilliertes Wasser mit doppelt durchbohrtem Stopfen, Glassteigrohr und Spritzrohr. Flaschen mit eingebrannten Bezeichnungen sind teuer und meist entbehrlich.



Abb. 25. Jungsches Mikrotommesser.

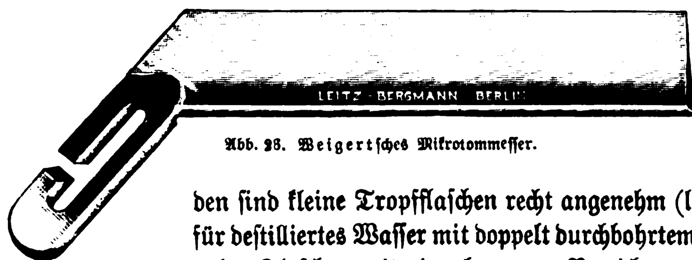


Abb. 26. Weigertsches Mikrotommesser.

2. Präparatengläser zum Aufbewahren von Material, mit eingeschliffenem Glasdeckel, 200 bis 2000 ccm Inhalt. Sehr gut ersetzbar durch billige Zuckergläser, Einmachegläser, irdene Töpfe (Marmeladentöpfe). Für Vorratsgläser, die längere Zeit außer Gebrauch stehen, ist der beste luftdichte Verschluß Zubinden mit nassem Pergament, das fest angezogen wird.

3. Meßgläser, 1 l-Mensur, oder auch 1 l-Maß Küchentopf, mehrere 100 ccm-, 20 ccm-, 5 ccm-Meßgläser. Für die meisten Zwecke bei großen Quanten durch ungraduierte Stand-

gläser (gerade Blumenvasen) ersetzbar, an denen man selbst mit Glastinte die wenigen, oft benutzten Meßstriche anbringt. Alle leicht umfallenden, zerbrechlichen Geräte stets liegend aufbewahren!

4. Ein Satz Trichter.

5. Eine Anzahl Kochkolben mit flachem (nicht rundem) Boden, 1 l Inhalt, 500 ccm Inhalt, gegebenenfalls einige Erlenmeyerkölbchen.

6. Reagensglasvorrat auf Gestell.

7. Feuchte Kammer für kleinere Objekte, am besten aus zwei großen Doppelschalen herzustellen. Für eine größere Anzahl solcher Präparate, die gleichzeitig behandelt werden müssen, oder für große Objekte ist die Einrichtung der Abb. 29 praktisch: in eine Präparierschale wird ein Glassturz gestellt, unter dem auf einer Glas- oder Metallbank die Objekte liegen.



Abb. 27. Verstellbarer Messerhalter.

8. Glasstäbe und Glasröhren, von verschiedenen Dicken zur Anfertigung von Pipetten und Kanülen. Zum Ausziehen und Biegen von Glas; hierzu sind Mikro- und Schwalbenschwanzbrenner zu benutzen.

9. Ein Satz Bechergläser.

10. Reibschalen aus Porzellan, mit Pistill, eine große und eine kleine, je nach der Teilnehmerzahl und dem Quantum der anzusetzenden Flüssigkeiten.

11. Eine Anzahl gewöhnliche Satten, wie man für die Bereitung von saurer Milch gebraucht, sind für viele Verwendungsarten praktisch.

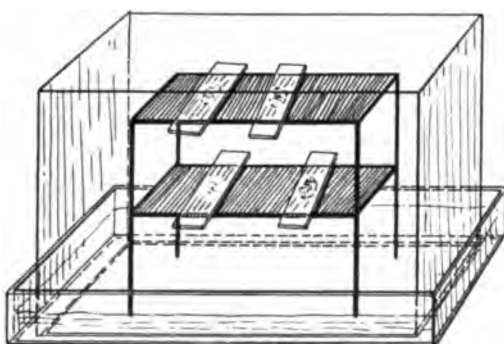
Bemerkung: Eine große Anzahl von Geräten und Vorräten kann mit Vorteil der Einrichtung des chemischen Laboratoriums entnommen werden. Enge räumliche und persönliche Beziehungen zu dieser Arbeitsstätte sind für die mikroskopische Technik als wünschenswert zu bezeichnen.

Abb. 28. Handzentrifuge.

Für den besonderen Gebrauch:

1. Objektträger: Ungeschliffene! Geschliffene Objektträger sind nur für Sammlungen und besondere Zwecke notwendig. Das praktischste Format ist das englische, 76 mm × 22 mm. Sie können aus halbweißem Glase bestehen. Bezug in großen Mengen ratsam. Für besondere Zwecke sind größere Objektträger am vorteilhaftesten aus alten gereinigten, abgekochten photographischen Platten selbst zu schneiden. Die Platten werden eingeweicht, dem Wasser wird rohe Schwefel- oder Salzsäure zugesetzt und darin wird 20 Minuten gekocht. Abkühlen lassen und in kaltem Wasser nachwaschen.

2. Hohlgeschliffene Objektträger: In geringer, nach der Teilnehmerzahl zu bemessender Menge anzuschaffen.


Abb. 29. Feuchte Kammer für die Aufbewahrung einer größeren Zahl von Objekten und Präparaten.

3. Deckgläser: Als Normalgröße 18 mm, quadratische Form. Zu kleine Deckgläschen begünstigen das Entfärben der Präparate vom Rande her. Es soll mindestens immer jederseits ein Raum von 5 mm zwischen Objekt- und Deckglasrand frei bleiben. Zum Eindecken größerer Schnitte ist guter Glimmer zu empfehlen, der entweder schon fertig geschnitten bezogen wird oder den man selbst spaltet (unsicher!); beste Größe 50 × 70 mm.

4. Balsamflasche: Abb. 30. Praktisch mit nicht aufgeschliffenem Deckel.

5. Uhrgläschen: gewöhnliche Uhrgläser von 30 mm, sehr praktisch die Zimmermannschen Uhrschälchen mit angeschliffener Standfläche (teuer).

6. Weiße Steingut-Blumentopfuntersätze für sehr viele Zwecke, zum Färben usw., gut verwendbar und billig; von verschiedenem Durchmesser je nach Bedarf. Ausgezeichnete Dienste leisten auch geeignete Untertassen und tiefe Teller.



Abb. 30. Balsamflasche.

7. Glasschalen und Glasdosen von 40 mm und 100 mm. Einige Doppelschalen. Zum Bedecken der Glasschalen kann man sich mit Vorteil, sogar aus gutem Fensterglas, viereckige Deckel zuschneiden.

8. Stand- oder Färbegläser: Die Gestelle mit einer Anzahl von Färberöhrchen darin (Abb. 31) sind im allgemeinen unpraktisch. Will man eine bestimmte Anzahl in einem Gestell vereinigen, so lasse man sich vom Tischler starke feste Holzklötze herstellen, die nicht umfallen können und mit den passenden Löchern versehen sind. Die flachen Färbegläschen sparen zwar Flüssigkeit, sind aber gefährlich. Besser sind zylindrische Gläschen von etwa 80 mm Höhe, 30 mm Weite. Es können bequem drei Objektträger, mit den Kanten einander berührend, in den Gläschen stehen (Abb. 32 a, b). Als Deckel einfache, runde Glasplättchen, die überragenden Deckel schützen vor dem Verdunsten auch nicht und sind teurer. Sonst sind Korkstopfen vorzuziehen. Aus Fensterglas geschnittene viereckige Deckel tun ebenfalls gute Dienste.

9. Gewöhnliche Wassergläser in größerer Zahl.

10. Kleine Pulverflaschen, 8 helle und 2 dunkle, für jeden Teilnehmer, von etwa 30 cm Inhalt mit weitem Hals und Korkstopfen, zum Fixieren und Entwässern von Präparaten.

11. Pipetten von etwa 10—20 cm Länge, aus 7,5 mm weitem Glasrohr, selbst auszuziehen, mit Gummihütchen (diese sind gesondert aufzubewahren, wie Gummischlauch zu behandeln, s. S. 3).

Anmerkung: Reinigung der gebrauchten Glasgeräte erfolgt im allgemeinen am besten durch Auskochen mit Sodalösung und Behandeln mit saurem gebrauchtem Alkohol. Was der Hitze, dem Alkali, der Säure, dem Wasser und dem Alkohol nicht weicht, kann nach der Methode der chemischen Reinigung mit Kaliumbichromat und konzentrierter (roher!!) Schwefelsäure (Vorsicht!) unterworfen werden. Selbst Objektträger werden nahezu so sauber wie unbenutzte.

Reagenzien.

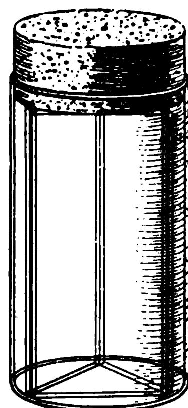
Die meisten Reagenzien für den Gebrauch der mikroskopisch-technischen Zwecke sind bei geeigneter Behandlung lange haltbar. Nur wenige, z. B. manche Farblösungen verderben rasch, manche werden sogar im Laufe der Zeit besser. Jede Flasche trage ein ausführliches Etikett, das die genaue Zusammensetzung des Inhalts, das Rezept, angibt. Diese Anordnung erspart das Suchen im Rezeptbuche und verursacht die für den Übungsteilnehmer vorteilhafte Mühe beim gelegentlichen Erneuern nicht mehr leserlicher Aufschriften, die Zusammensetzung der Lösung sich im Gedächtnis ein für allemal einzuprägen. Außerdem hänge am Reagenziengestell selbst das Verzeichnis aller Lösungen mit der Zusammensetzung und Bereitungsart. Über die Unterbringung im Regal oder Schrank entscheidet die Häufigkeit des Gebrauches. Farbstoffvorräte in Substanz sind am besten gesondert, vor dem Licht und Wärme geschützt, aufzubewahren. Giftvorschriften sind peinlich zu beachten und warnende Aufschriften auch auf

Substanzen auszudehnen, die nur individuell zu unangenehmen Störungen Anlaß geben können. (Empfindlichkeit einzelner Personen gegen Formalin, Osmiumtetroxyd, Sublimat auch äußerlich.) Am besten ist es, solche gefährliche Substanzen sowie auch gelegentlich, nicht dauernd, gebrauchte Gifte, wie Kokain, in einem besonderem verschließbaren Schränkchen in der Alkoholkammer aufzubewahren. Zu diesen feuergefährlichen Stoffen (Äther!) kann man sehr gut einen Treppenverschlag usw. benutzen. Nur ist es wegen des Mißbrauches wichtig, den Schlüssel an einem sichern Orte aufzubewahren und ihn keinem unverantwortlichen Diener usw. zu überlassen. Über die Quantitäten der Vorratslösungen ist keine Angabe möglich, sie richten sich in zu weiten Schwankungsgrenzen nach der Art der Übungen und der Teilnehmerzahl.

Reagenzien für allgemeine Zwecke.


Abb. 31. Gestell für Färbegläser.

Destilliertes Wasser: zu beziehen in Ballons, aus denen es mit einem großen Heber in die Vorratsflasche zu entleeren ist. Diese hat praktisch einen durchbohrten Stopfen, zum Abschluß mit einem S-förmig gebogenen, lose mit Watte verschlossenen Rohr versehen. Das Wasser wird entweder durch einen Tubus am Boden der Flasche oder durch ein Heberohr entnommen, dessen unteres Ende mit einem Stück Gummischlauch, Quetschhahn und Auslaufspitze versehen ist. Darunter stehe stets eine Satte als Ablaufschale. Destilliertes Wasser für die Teilnehmer am besten in Spritzflaschen aufzubewahren.



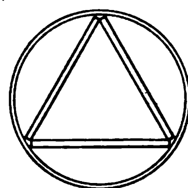


Abb. 32. Färbegläschen, a von der Seite, b von oben gesehen, mit drei Objektträgern beschickt.

Alkohol: C_2H_5OH, Spiritus, Sprit, Weingeist, Äthylalkohol, Alkohol steht zu wissenschaftlichen Unterrichtszwecken steuerfrei zur Verfügung. Diese Steuerfreiheit bedeutet bei einigermaßen erheblichem Gebrauch eine große Ersparnis. Es bedarf der Beantragung bei der zuständigen Behörde und der Beschaffung vorschriftsmäßiger Aufbewahrungsgeräte. Alkoholvorräte sind feuersicher aufzubewahren; es bestehen darüber besondere Vorschriften. Der Alkohol wird in Ballons bezogen und zwar absoluter Alkohol des Handels, der meist etwa 99%ig sein dürfte, uud ferner 96%iger Alkohol, der zur Herstellung der notwendigen Alkoholverdünnungen dient. Vorratsflaschen für absoluten Alkohol sind am besten mit gut eingeschliffenen Glasstopfen zu versehen. Für die verdünnten Alkohole genügen Korkstopfen. Jede Alkoholvorratsflasche für 85%, 70%, 50%, 33% (Drittel-)Alkohol trage zwei empirisch zu ermittelnde Marken, Papierstreifen, Etiketten mit je einem dicken Tintenstrich. Die eine, untere, gibt an, wieviel 96%iger Alkohol zur Herstellung der in dieser Flasche ständig aufbewahrten Verdünnung nötig ist, die zweite, obere, das Quantum des notwendigen destillierten Wassers. Diese Anordnung spart Zeit und unnötiges Abmessen. Bei der Herstellung von Alkoholverdünnungen ist auf sehr gutes Durchschütteln des Gemisches zu achten, da sich Wasser und Alkohol nur recht langsam und unvollkommen durchmischen. Allgemeine Formel für die Herstellung von Alkoholverdünnungen: um eine bestimmte Anzahl Kubikzentimeter verdünnten Alkohols von bestimmter Stärke zu erhalten, braucht man von dem vorhandenen stärkeren Alkohol $b\frac{x}{y}$ ccm, wobei b die gewünschte Alkoholmenge, x die gesuchte, y die gegebene Konzentration bedeutet. Für die gebräuchlichen Verdünnungen läßt sich leicht eine Tabelle ausrechnen, die im Laboratorium aufgehängt werden kann.

Behandlung des absoluten Alkohols. Bedarf man für irgendwelchen Zweck wirklich

wasserfreien Alkohols — dieser Fall kommt in der mikroskopischen Technik sehr selten vor —, so kann man den üblichen 99%igen Spiritus von den letzten Spuren Wasser befreien oder vor dem Anziehen von Wasser aus der Luft schützen durch Eintragen stark hygroskopischer in Alkohol unlöslicher Mittel: gebrannter Kalk, Kupfervitriol, aus dem durch längeres Glühen auf dem Sandbade das Kristallwasser ausgetrieben wurde (weißes, kalziniertes Kupfervitriol, Bariumoxyd). Alle diese Trockenmittel wickelt man in Gaze und umschnürt das Ganze fest, damit keine Teilchen beim Abgießen mitgeschwemmt werden. Bestimmung der Alkoholkonzentration durch aräometrische Bestimmung des spezifischen Gewichts (absoluter Alkohol bei 0° = 0,806). Das Alkoholometer von Tralles zeigt den Gehalt an Volumprozenten. Diese Bezeichnung ist in Deutschland gesetzlich eingeführt und liegt allen Angaben zugrunde. Bestimmung der Erkennung der letzten Spuren von Wasser durch Eintragen von Kalziumkarbidpulver, das schon Spuren von Wasser durch Azetylengasentwicklung und Trübung der Flüssigkeit anzeigt, oder durch Zusatz des zu prüfenden Alkohols zu 1 mg Anthrachinon und etwas Natriumamalgam, Rotfärbung bei Wassergehalt, absoluter Alkohol färbt sich dunkelgrün.

Brennspiritus, denaturierter Alkohol, ist seiner Billigkeit wegen, wo es nicht auf hohe Konzentration, vollkommene Reinheit in den Gemischen ankommt, vorzüglich zu gebrauchen. Aufbewahrung von Klemmleber, alter nur für makroskopische Zwecke noch benutzbarer Präparate. Auch für mikroskopische Zwecke ist er nicht unter allen Umständen zu verwerfen: wenn es sich um nur grobe Dinge handelt, ist er in der Not allen anderen Aushilfsmitteln vorzuziehen.

Gebrauchter Alkohol. Zwei gewöhnliche Abfallflaschen, eine für gebrauchten absoluten, 96%igen und eine zweite für schwächeren Alkohol. Jener ist trotz ihn oft verunreinigender Farbe als Brennspiritus für die Lampen, dieser als Reinigungsmittel gut verwendbar. Es sind jedoch keine Alkoholgemische in diesen Flaschen zu dulden, besonders nicht mit Chloroform, Jod und Essigsäurespuren.

Äther: Äthyläther, Schwefeläther, $C_2H_5OC_2H_5$, feuergefährlich, explosibel bei Mischung mit Luft. Spez. Gewicht bei 17,5° 0,7185. Steuerfreier Bezug für mikroskopisch-technische Zwecke wegen der geringen Mengen nicht lohnend. Im Alkoholraum aufzubewahren.

Formalin: Formol, Formaldehyd, eine wäßrige Lösung von 40%igem Formaldehyd, CH_2O in Wasser. Aus der Lösung verdampfen fortwährend stechende, riechende, die Schleimhaut reizende Gase. Vorsicht! Die einzelnen Individuen sind gegen Formalin sehr verschieden empfindlich. Meist angewandt in 10%iger Lösung, d. h. 10 Teile Formalin auf 90 Teile Aqua dest. (niemals ist die Konzentrationsangabe auf Formaldehyd zu beziehen!) oder im Gemisch mit anderen Agenzien.

Xylol: Dimethylbenzol, $C_6H_4(CH_3)_2$, das gebräuchlichste Zwischenmittel für Paraffineinbettung und die Überführung von Präparaten in Kanadabalsam. Es ist zwar recht wasserempfindlich, aber für allgemeine Zwecke dem teureren Chloroform, dem feuergefährlichen Schwefelkohlenstoff und Ligroin bei weitem vorzuziehen. Gewöhnliche Glasflaschen nehmen bei der Benutzung als Vorratsflasche einen braunen Ton an, der aber nichts schadet.

Karbol: Karbolsäure, Phenol, C_6H_5OH. Kristallinische Masse, die im Verhältnis von 1 : 3 Teilen Xylol als vorzüglicher Ersatz für den Alcohol absolutus zum Entwässern von Schnittpräparaten, ganz allgemein in der Zelloidintechnik dient. Vorsicht! stark ätzendes Gift!

Chloroform: Trichlormethan, $CHCl_3$. Spez. Gewicht 1,526 bei 0°. Leicht flüchtig, vorsichtig behandeln wegen seiner betäubenden Eigenschaften, unangenehme Verbrennungen auf der Haut, gefährliche Zersetzungen beim Arbeiten in der Nähe offener Flamme! Narkotikum

und Zwischenmittel für einige feinere mikroskopische Zwecke. In dunklen Flaschen und unter Giftverschluß aufzubewahren.

Kalilauge: Ätzkali, KOH, in Stäbchen, gut in stets wieder zugekorkten Gläsern aufzubewahren. Korkverschluß am besten noch mit Paraffin überziehen, durch Eintauchen in das geschmolzene Paraffin. Kleine Menge von Lösung 33 g auf 67 g Wasser vorrätig halten.

Ammoniak: NH_3, die wäßrige Lösung, Liquor ammonii caustici des Arzneiverordnungsbuches, mit 10% NH_3-Gehalt, hat ein spez. Gewicht von 0,96, gut verschlossen und kleinere Mengen aufzubewahren.

Schwefelsäure: H_2SO_4, spez. Gewicht der konzentrierten Säure 1,842 bei 12°, Vorsicht beim Mischen mit Wasser! Kleinere Mengen ins Wasser fließen lassen, nie umgekehrt. Nur geringe Quantitäten notwendig. Zu Reinigungszwecken die billige rohe Schwefelsäure vorzuziehen.

Salpetersäure: HNO_3, spez. Gewicht der reinen konzentrierten Säure 1,54 bei 0°. Gewöhnliche konzentrierte Salpetersäure des Handels mit 68% HNO_3 hat ein spez. Gewicht von 1,414 bei 15°. Rauchende Salpetersäure ist eine konzentrierte Salpetersäure mit reichlichen Mengen gelösten Stickstoffdioxyds NO_2. Vielbenutztes Entkalkungsmittel.

Salzsäure: HCl, eine gesättigte Lösung von Chlorwasserstoffgas im Wasser. Spez. Gewicht bei 15° 1,212, enthält 43% HCl, rohe Salzsäure mit 33% HCl für Reinigungszwecke, Entkalkungsmittel, Zusatz für viele Farblösungen, besonders häufig angewandt in der Form von Salzsäurealkohol, 70%iger Alkohol mit 1 bis 3% Salzsäure.

Flußsäure: HFl, Lösung des Fluorwasserstoffgases in Wasser, in Blei- oder Gummiflaschen oder in einer mit flüssigem Paraffin ausgeschwenkten Glasflasche aufbewahren. Zum Entkieseln benutzt in alkoholischer Lösung.

Essigsäure: CH_3COOH, Eisessig, erstarrt bei 17° zu einer kristallinischen Masse, wenn er absolut wasserfrei ist. Gewöhnlicher Eisessig ist meist 99%ig. Vielfach gebraucht zum Herstellen von Fixations-, Entkalkungs- und Färbelösungen. Gewöhnlicher Essig ist 5—15%ig, die offizielle Essigsäure 30%ig, verdünnte Essigsäure für die Untersuchung frischer Präparate sei etwa 2%ig.

Trichloressigsäure: CCl_3OCOOH, farblose außerordentlich stark hygroskopische Kristalle. Kommt in braunen, plombierten Fläschchen zu 50 g in den Handel. Man bereitet die Lösungen am besten in der Weise, daß von der abgemessenen Menge Aqua dest. unmittelbar in das Fläschchen eingegossen, abgegossen und wieder ein neuer Teil Aqua dest. zugefügt wird, bis schließlich mit dem letzten Reste des Lösungswassers die Flasche ausgespült werden kann. Bei unvorsichtigem Umgehen, z. B. beim Versuche, einige Gramm abzuwiegen, geht leicht Substanz verloren. Gutes Entkalkungs- und Fixationsmittel.

Ameisensäure: H—COOH. Die offizinelle Lösung enthält etwa 50% Säure, nur in sehr geringen Mengen notwendig für einzelne Goldmethoden.

Oxalsäure: COOH—COOH, farblose monokline Prismen, löst sich bei 14° in 10 Teilen Wasser. Geringe Mengen notwendig, nur für die Weigert-Pal-Färbung der nervösen Zentralorgane: Oxalsäure 1, Kalium sulfurosum 1, Wasser 200.

Pikrinsäure: Trinitrophenol, $C_6H_2(NO_2)_3OH$, gelbe Kristalle, nicht explosibel, in 100 Teilen kalten Wassers sind bei 15—20° etwa Teile löslich. Man halte eine große Vorratsflasche, deren Boden etwa 1 cm hoch mit ungelöstem Bodensatz bedeckt sein soll. Vielgebrauchtes Fixations- und Färbemittel.

Chromsäure: Chromtrioxyd, CrO_3, lange rote rhombische Nadeln, die sich zu 160% in Wasser mit rotbrauner Farbe lösen, Vorratslösung 1%ige Lösung in Aqua dest. Vielgebrauchtes Fixationsmittel.

Kaliumbichromat: rotes oder saures chromsaures Kali, große rote triklinische Prismen, bei Zimmertemperatur in Wasser im Verhältnis 1 : 10 löslich. Vorrätig zu halten 5%iges Kaliumbichromat, und ferner Müllersche Flüssigkeit: Kaliumbichromat 2,5 g, Natrium sulfuricum (Glaubersalz) 10 g, Wasser 1000.

Osmiumtetroxyd: O_sO_4, schlecht Osmiumsäure genannt, farblose Prismen, äußerst flüchtig. Die Dämpfe sind von stechendem Geruch und reizen alle Schleimhäute so stark, daß beim Arbeiten mit der Substanz oder mit unbedeckt stehenden Lösungen Vorsicht geboten ist. Die Kristalle kommen in Glasröhrchen von $\frac{1}{2}$ und 1 g eingeschlossen in den Handel, sie sind teuer, 7 Mk. das Gramm. Die Bereitung der Lösungen erfordert einige Vorsicht. Man reinigt das Röhrchen außen sauber, entfernt besonders das aufgeklebte Etikett durch Abkratzen und Abwaschen vollständig, dann öffnet man die Röhrchen durch ringförmiges Anfeilen mit einer Glasfeile und durch Berühren der Feilstelle mit einem glühenden Eisen- oder Glasstäbchen, oder man schlägt mit einem Holzstückchen auf die Feilstelle, immer indem man das Röhrchen halbwegs bereits in die geöffnete, sehr gut gesäuberte, mit Aqua dest. ausgespülte Flasche hineinhält. Das ganze Glasröhrchen wirft man nach der Öffnung mit in die Flasche hinein und gießt dann die benötigten Kubikzentimeter Aqua dest. auf, stöpselt mit einem gut schließenden Glasstopfen zu und schüttelt kräftig um, um gleich alle Kristallsplitterchen aus dem Röhrchen herauszubefördern. Man kann die Lösung am folgenden Tage verwenden, kann sie jedoch zu beschleunigter Auflösung in gelinder Wärme auf den Thermostaten stellen. Man bereitet sich am besten eine 2%ige Lösung. Das Osmiumtetroxyd muß vor Licht geschützt aufbewahrt werden, Spuren organischer Substanz zersetzen die Lösung im Lichte recht rasch und machen sie unbrauchbar. Man hat vielfach „haltbare" Lösungen oder „Regenerationsverfahren" für verdorbene Lösungen empfohlen, von deren Anwendung am besten abzusehen ist. Gebrauchte Osmiumlösungen nie fortgießen! Erstens kann man sie bei guter Behandlung zum zweiten Male für die Fixation nicht so kostbarer Objekte verwenden, dann sind sie alle brauchbar für die Benutzung zum „Räuchern", d. h. zur Dampffixation (Blut, Sperma usw.). Nur gänzlich verdorbene schwarze Lösungen, die gar nicht mehr nach OsO_4 riechen, kann man beseitigen.

Sublimat, Quecksilbersublimat, $HgCl_2$, farblose Kristalle, im Verhältnis von 1 : 16 im Wasser, von 1 : 4 in Alc. abs. löslich. Starkes Gift! Vorrätig eine gesättigte Lösung in 0,75%iger Kochsalzlösung. Die Substanz, 125 g pro l, wird in einem Kolben mit dem Lösungsmittel gekocht, heiß filtriert, beim Erkalten in der Vorratsflasche müssen sich große Sublimatkristalle am Boden ansetzen. Die Lösung wird dann zum Gebrauch abgegossen.

Uranazetat, $CH_3CO - O_2UO_2 + 3H_2O$, gelbe, in Wasser leicht lösliche Oktaeder; kleinere Mengen als konzentriert wäßrige Lösungen über stets bleibendem Bodensatz aufzubewahren.

Zenkersche und Hellysche Flüssigkeit: In einem Liter Müllerscher Flüssigkeit wird 50 g Sublimat in der Wärme gelöst. Diese Lösung hebt man auf und ihr werden unmittelbar vor dem Gebrauch entweder 5 ccm Eisessig (Zenker) oder 5 ccm Formalin (Helly) auf je 100 ccm zugesetzt.

Farben und Farblösungen.

Es sind hier nur die wichtigsten und allgemein gebräuchlichsten, lange erprobten Vorschriften aufgenommen worden. Für einzelne, besonders schwierige Lösungen sind die Lehr- und Handbücher der mikroskopischen Technik einzusehen.

Karmin: Karmin wird aus der Cochenille, dem getrockneten Weibchen der Cochenille-Laus, *Coccus cacti coccinelliferi* gewonnen, die in Mexiko namentlich auf *Cactus opuntia* leben. Das färbende Prinzip ist die Karminsäure in Form ihrer Salze.

Alaunkarmin: Kleine Quantitäten frisch bereiten, färbt nur in frischem Zustand gut, dann aber auch ganz vorzüglich: 5 g Alaun lösen in 100 ccm Aqua dest., 2 g Karmin zufügen, 10—20 Minuten, nach P. Mayer eine Stunde, kochen und nach Erkalten filtrieren.

Boraxkarmin: 4 g Borax werden in 100 ccm warmem Aqua dest. gelöst, nach dem Erkalten 3 g Karmin unter Umrühren zugefügt und dann 100 ccm 70%igen Alkohols zugegossen, nach 24 Stunden filtriert; die Lösung filtriert sehr langsam.

Hämatoxylin: das färbende Prinzip des Blauholzes, *Haematoxylon campeche*, ist nur in seinen höheren Oxydationsstufen, Hämateïn, und in Verbindung mit einer Basis: Alaun, Eisen, Chrom, eine brauchbare Gewebefarbe.

Böhmersches Hämatoxylin: man bereite 1 l 5%ige Alaunlösung, die man einen Tag stehen läßt und dann filtriert. Zu dieser werden 100 ccm einer 10%igen Lösung von Hämatoxylin in absolutem Alkohol hinzugefügt. Das weit offene Gefäß, Abdampfschale, muß vor Staub geschützt mindestens vier Wochen stehen, ehe die Lösung gut färbt: das Hämatoxylin muß „reifen", d. h. zu Hämateïn oxydiert werden. Sehr bequem kann man sofortige Reifung durch Zusatz einiger Tropfen von H_2O_2 zu etwa 200 ccm eben angesetzter Lösung erreichen: nach dem Filtrieren kann man die Lösung sofort oder am nächsten Tage benutzen.

Hämalaun, nach P. Mayer, die zuverlässigste Hämatoxylinfarbe: 1 g Hämateïn wird durch Erwärmen in 50 ccm 90%igem Alkohol gelöst und zu einer Lösung von 50 g Alaun in 1 l Aqua dest. gegossen. Nach dem Erkalten gegebenenfalls filtrieren. Die Lösung ist sofort gebrauchsfähig. Billiger als Hämateïn ist Hämateïnammoniak, das man ebenso gut benutzen und selbst bereiten kann. 1 g Hämatoxylin durch Erwärmen in 20 ccm Aqua dest. gelöst, filtriert, 1 ccm Ammoniak (von 0,875 spez. Gewicht) dazugefügt und in einer flachen Schale an staubfreiem Ort stehen gelassen, wo, möglichst an der Sonne, die Lösung recht langsam verdunsten kann. Der etwa 1 g betragende Rückstand wird abgekratzt.

Eisenhämatoxylin nach Hansen: 10 g Eisenalaun werden kalt in 150 ccm Wasser gelöst, die filtrierte Lösung wird in eine heiß bereitete, gut abgekühlte Lösung von 1,6 g Hämatoxylin in 75 ccm Wasser gegossen, Erhitzen über kleiner Flamme unter Umrühren bis zum Sieden, Abkühlen unter Luftabschluß, Filtrieren. Vor dem Gebrauch wieder zu filtrieren. Teuer, aber in vielfacher Weise brauchbares Gemisch, färbt die Gewebebestandteile in vielfachen Abstufungen; durch schwaches Ansäuern kann reine Kernfärbung erzielt werden.

Weigertsches Hämatoxylin: 1 g Hämatoxylin wird in 10 ccm Alc. abs. gelöst, 90 ccm Aqua dest. hinzugefügt; die Lösung sieht nach einigen Wochen dunkelbraun aus, schimmelt leicht.

Anilinfarben. a) Basische Farbstoffe oder Kernfarbstoffe.

Safranin, Phenosafranin von Schering, am besten das zur Herstellung von Farbfiltern für die Dreifarbenphotographie benutzte Präparat. 1 g Safranin in 10 ccm absolutem Alkohol und 100 ccm Anilinwasser gelöst = Anilinsafranin. Anilinwasser wird hergestellt, indem man eine Quantität Aqua dest. mit Anilin, der braunen öligen Muttersubstanz der Anilinfarbstoffe, zu einer weißen Milchemulsion stark durchschüttelt und durch ein feuchtes Filter filtriert.

Gentianaviolett, ein Gemisch von Methylviolett, Kristallviolett und Dextrin, besser reines Kristallviolett (Grübler). Konzentriert wässerige Lösung in geringen Mengen vorrätig; ferner eine Anilinwasserlösung: von einer gesättigten Lösung in 70%igem Alkohol 10 Teile auf 100 Teile Anilinwasser. Für die Färbung nach Gram nötig.

Methylenblau. Für fast alle Zwecke, Bakterienfärbung, Kernfärbung verwendbar ist die leicht alkalische Lösung von Nissl: 3,75 g Methylenblau, 1,75 g Venezianische Seife, die man vom Stück abschabt, werden in 1 Liter Aqua dest. gelöst. Zur vitalen Nervenfärbung benutzt man am besten Methylenblau Bx (Grübler) oder Methylenblau für vitale Färbung oder kristallisiertes chemisch reines Methylenblau aus Höchst (nach R. Krause) in einer Lösung von 1 : 100 bis 1000, in 0,75%iger Kochsalzlösung (s. S. 62).

Bismarckbraun oder Vesuvin, 1%ige Lösung in Aqua dest. durch Kochen gelöst, filtrieren.

Methylgrün. Wichtig nur als Bestandteil des Biondigemisches.

Thionin, Toluidinblau, Stammlösung von 0,1% in Wasser, nur für einzelne Zwecke gebraucht.

Orzeïn, für elastische Faserfärbung, 0,1 g auf 20 Teile 95%igen Alkohols und 5 Teile Aqua dest.

Kresofuchsin (Resorcinfuchsin), 0,1 g in 100 ccm 1%igem salzsaurem Alkohol lösen, nur für elastische Fasern und Schleimfärbung. Käufliche Lösung heißt: Weigerts Farbstoff für Elastikafärbung.

Magentarot oder basisches Fuchsin (nie mit Säurefuchsin, Fuchsin S, Rubin verwechseln!), in konzentriert wäßriger Lösung aufbewahren, große Flasche, die immer Bodensatz enthalten soll.

Neutralrot, konzentriert in steriler physiologischer Kochsalzlösung oder einer anderen physiologischen Lösung, wird am besten stets frisch bereitet, für vitale Färbung.

b) Plasmafarbstoffe oder saure Farbstoffe.

Eosin oder besser Erythrosin, in konzentriert wäßriger Lösung,

Orange G, konzentriert wäßrige Lösung,

Fuchsin S, Säurefuchsin, Rubin konzentriert wäßrige Lösung (nicht mit basischem Fuchsin verwechseln!).

Indigokarmin (nicht die Paste des Handels benutzen, nur das Farbpulver), kaum als solches und dann in konzentriert wäßriger Lösung verwandt, siehe Pikroindigokarmin.

Lichtgrün und Bleu de Lyon, konzentriert wäßrige Lösung.

c) Indifferente Farbstoffe (Fettfarbstoffe).

Scharlach R und Sudan III werden als Stammlösung in Chloroform vorrätig gehalten. Wenige Kubikzentimeter dieser Stammlösung werden mit dem zehnfachen Volumen 70%igen Alkohols versetzt und filtriert. Der Filterrückstand wird in Chloroform aufs neue gelöst und mit dem Stammvorrat vereinigt oder getrennt aufgehoben.

Farbstoffgemische.

Pikrofuchsin nach Hansen (sogenannte van Gieson-Lösung): 1 l gesättigte wäßrige Pikrinsäure, 50 ccm 2%iges Säurefuchsin, 6 ccm 2%ige Essigsäure.

Pikroindigokarmin nach Cajal: 1000 ccm konzentrierte wäßrige Pikrinsäure, 4 g Indigokarmin in Pulverform.

Methylenblau-Eosin, nach May-Grünwald, eine methylalkoholische Lösung des neutralen Farbsalzes beider Farbstoffe, fertig käuflich, für Blutpräparate.

Azureosin, Giemsalösung, eine methylalkoholische Glyzerinlösung, die Methylazur, Methylenblau und Eosin enthält. Fertig käuflich, für Blutpräparate.

Methylgrün-Fuchsin-Orange, Biondilösung, nach der Vorschrift von R. Krause:

„Bei der Bereitung desselben kommt alles darauf an, daß man sich genau an die hier gegebenen Vorschriften hält. Die zu verwendenden Farbstoffe müssen aus der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation zu

Berlin stammen, und zwar nehme man die Marken Methylgrün, Nmp, Säurefuchsin Smp und Orange Gmp. Man wiegt sich von den ersteren 8,4 g, von dem zweiten 4,2 g und von dem dritten 3,0 g ab, bringt alle 8 Farbstoffe in einen kleinen Porzellanmörser und verreibt sie aufs sorgfältigste so, daß ein ganz gleichmäßiges Pulver entsteht, welches in 100 ccm destillierten Wassers gelöst wird. Will man eine haltbare Lösung gewinnen, so darf man nur bestes Jenenser Glas zur Aufbewahrung verwenden. Am besten nimmt man einen kleinen sogenannten Erlenmeyer-Kolben, gibt die trockene Farbmischung hinein, übergießt sie mit dem angegebenen Quantum Wasser und läßt sie unter öfterem Durchschütteln 2—8 Tage gut verkorkt auf dem Paraffinofen stehen. Dann ist vollkommene Lösung eingetreten und es resultiert eine dunkelbraune Flüssigkeit mit einem Stich ins Rötliche. Diese Stammlösung ist unter den angegebenen Bedingungen lange Zeit haltbar und muß zur Färbung angesäuert und verdünnt werden." (s. S. 47).

Salze, mit Ausschluß von Fixations- und Färbemitteln.

Kochsalz, NaCl, physiologische Kochsalzlösung: für den Frosch sind 0,6—0,75%ige, für den Menschen und für Säugetiere im allgemeinen 0,9%ige, für marine Tiere etwa 1,5—2,5%ige Lösungen physiologisch, d. h. dem osmotischen Druck der Körpergewebe ungefähr entsprechend.

Besser als reine NaCl-Lösung dienen als indifferente Zusatzflüssigkeiten für Säugergewebe die Lösungen von Locke und Ringer: Lockesche Lösung besteht aus 0,9 NaCl und 0,01 KCl und 0,02 $CaCl_2$, Ringersche Lösung aus 0,8 NaCl, 0,02 KCl und 0,02 $CaCl_2$, 0,02 $NaHCO_3$.

Kochsalz in Substanz für Häminkristalle.

Alaun: $Al_2(SO_4)_3$, die $K_2SO_4 + S_2H_2O$ hauptsächlich als Zusatz bei der Bereitung von Farben und als 5%iges Alaunwasser bei der Entkalkung.

Eisenalaun: Eisenammoniumsulfat, $Fe_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4 + 24H_2O$. Nie an der Luft offen stehen lassen, leicht verwitternd, dann gelblich. $2^1/_2$%ige wäßrige Lösung kalt bereiten.

Kaliumpermanganat: $KMnNO_4$ in $^1/_4$%iger Lösung zur Weigert-Palschen Färbung für Markscheiden der Nerven, außerdem zur Schnellreifung von Hämatoxylin.

Kupfersulfat: $CuSO_4 + 5H_2O$, im geglühten Zustande zum Trocknen von Alkohol.

Kupferazetat: $C_2H_3O_2Cu + H_2O$, kalt gesättigte wäßrige Lösung für die Weigertfärbung der Nervenfasermarkscheiden.

Seignette-Salz, Kalium-Natrium-Tartrat: $C_2H_2(OH)_2\begin{cases}COOH\\COONa\end{cases} + 4H_2O$ 10%ige wäßrige Lösung für die Weigertfärbung der Markscheiden.

Chlorkalium, Chorkalzium, Natriumbikarbonat: in geringen Mengen für die physiologischen Lösungen von Ringer und Locke.

Kalium sulfurosum: für die Weigert-Pal-Färbung, siehe bei Oxalsäure.

Ferrozyankalium, gelbes Blutlaugensalz: $K_4Fe(CN)_6 + 3H_2O$, zum Eisennachweis 5%ig oder kalt gesättigte Lösung.

Kaliazetat, Kalinitrat für die Kaiserlingsche Methode der Aufstellung von Präparaten in natürlichen Farben.

Ferrizyankalium, $K_3Fe(Cn)_6$, rotes Blutlaugensalz, als Boraxferrilösung für die Weigertfärbung der Markscheiden, 2 g Borax, 2,5 g Ferrizyankalium, 100 g Wasser.

Borax: $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$, nur für die Bereitung von Farblösungen und für die Differenzierungsflüssigkeit der Weigertschen Methode für Markscheidenfärbung.

Jodkalium: KJ, zur Herstellung von Jodkaliumlösung, Lugolscher Lösung. Jod, schwarzgraue, rhombische, metallglänzende Plättchen, löst sich schwer in Wasser, als wäßrige Lösung benutzt man daher seine Lösung in Jodkali. 1 g Jod wird in einem Becherglase trocken mit 2 g Jodkali zusammengebracht. Schon jetzt beginnen sich die Jodkalikristalle zu bräunen, wenige Tropfen Aqua dest. werden von den abgemessenen 100 Teilen hinzugegossen, je konzen-

trierter die Jodkalilösung ist, desto besser und schneller löst sich das Jod auf. Mit kräftigem Schütteln wird nun eine geringe Quantität Wasser zugefügt und dann der Rest erst zugegossen, wenn alles Jod in Lösung gegangen ist. Die fertige Lösung darf keine ungelösten Jodpartikelchen mehr enthalten.

Alkoholische Jodlösung, Jodtinktur ist eine Lösung von einem Teil Jod in 100 Teilen Alkohol von 90%. Selberherstellen von Jodtinktur ist viel billiger als die fertige käufliche Lösung.

Ammoniummolybdat, $(NH_4)6Mo_7O_{24} + 4H_2O$: 10%ige wäßrige Lösung zur Fixierung von Methylenblau- und Toluidinfärbung, mit denen es unlösliche Salze bildet.

Lithiumkarbonat, Li_2CO_3, gesättigte wäßrige Lösung für die Weigert-Pal-Färbung der Markscheiden.

Goldchlorid, Chlorgold, $AuCl_3$, Aurum chloratum, kommt in zugeschmolzenen Glasröhrchen ähnlich wie OsO_4 in den Handel und wird in der gleichen Weise zur Lösung, 1 g auf 100 Teile Wasser, angesetzt.

Silbernitrat, Höllenstein, $AgNO_3$, Argentum nitricum: am besten in Stäbchenform (in bacillis), in dunkler Flasche, ferner je eine 10%ige und eine 0,75%ige wäßrige Lösung vorrätig zu halten.

Öle.

Uhrmacheröl, zum Schmieren der Mikrotome, am besten. „Extrafeines Öl für Pendülen" von Flume, Berlin (teuer); kein Paraffinöl, kein gewöhnliches Maschinenöl, kein Vaselin zu diesem Zweck benutzen.

Immersionsöl, eingedicktes Zedernöl, je nach der Herkunft der homogenen Immersion mit dem bestimmten Brechungsindex von dem Lieferanten der betreffenden Linse zu beziehen.

Zedernöl zum Aufhellen, das beste Zwischenmittel für schwer schneidbare und kostbare Präparate; niemals zu diesem Zweck das eingedickte Immersionsöl verwenden!

Kajeputöl, Origanumöl, Nelkenöl, Bergamotteöl, Wintergreenöl, als Aufhellungs- und Zwischenmittel sind im wesentlichen in ihrer Wirkung gleichartig und unterscheiden sich durch mehr oder weniger pestilenzialischen Geruch. Kajeputöl hat den Vorzug der Billigkeit und geringen Einflusses auf Anilinfarben. Nelkenöl oder Eugenol zum Aufkleben von Zelloidinschnitten notwendig.

Einbettungsmassen.

Paraffin, ein Gemenge von hohen festen Grenzkohlenwasserstoffen der Methanreihe, eine wachsähnliche weißliche Masse von mikrokristallinischer Struktur, ist in zwei Sorten, 1. mit dem Schmelzpunkt von etwa 46° (weiches Paraffin), 2. mit dem Schmelzpunkt von 52° (hartes Paraffin), am besten in zwei Holzkästchen oder Zigarrenkistchen vorrätig zu halten, die nichts anderes enthalten dürfen. Beim Gebrauche schmilzt man von dem schräg über Eck über das Schälchen gehaltenen Paraffin mit der Bunsenflamme das notwendige Quantum ab. — Paraffin von Härtegraden zwischen den angegebenen Schmelzpunkten stellt man sich durch Mischen selbst nach Bedarf her, am besten indem man sich Gewichtsteile in Schnitzeln abwiegt.

Zelloidin, Dinitrozellulose, eine sehr reine Kollodiumwolle, kommt in Tafeln in den Handel, die in verlöteten Blechbüchsen eingeschlossen sind. Man zerschneide eine solche Tafel erst der Quere nach in etwa ¼ cm dicke Späne, dann diese in würfelförmige Stücke von etwa auch ¼ cm Durchmesser und trockne sie, gut vor Staub geschützt, an einem warmen Orte. Vorsicht wegen der Feuergefährlichkeit! Die Stücke müssen gelblich hornartig, undurchsichtig sein und sich steinhart anfühlen. Diese Stücke bringe man vorsichtig in eine weithalsige Flasche, mit 500 g einer Mischung von gleichen Teilen absoluten Alkohols und wasserfreien Äthers.

Nach mehreren Tagen hat sich die Masse zu einem Sirup gelöst, der gut mit einem Stopfen verschlossen, als Stammlösung aufbewahrt und zu Einbettungszwecken passend verdünnt wird.

Mallorys Zelloidin zum Aufkleben: einen kleinen Tropfen dieser Lösung verdünne man mit so viel Alkohol und Äther, daß beim Eintauchen der Fingerspitzen nach dem Antrocknen eben nur ein hauchfeiner Überzug fühlbar ist.

Einschlußmittel.

Kanadabalsam, das eingetrocknete Harz nordamerikanischer Tannenarten, ist eine bernsteinartige durchsichtig-gelbliche Masse, leicht löslich in Xylol, Äther, Zedernöl usw. Brechungsindex 1,535. Man löst ihn am besten in Xylol auf. Ein geringes Quantum des zur Glashärte eingedampften Balsams ist notwendig. Sonst hält man als Vorrat etwa honigdicken Balsam, den man passend verdünnt. Für allgemeine Zwecke reicht der käufliche Kanadabalsam völlig aus; für Sammlungspräparate und empfindliche Färbungen muß man ihn durch Eintragen von Kalziumkarbonat neutralisieren: man dickt ihn dann auf dem Sandbade ein und löst wieder in Xylol auf. Kanadabalsam in Tuben ist zwar handlich, aber nicht so sauber als in Glasflaschen von geeigneter Konstruktion.

Glyzerin, $C_3H_5(OH)_3$, Brechungsindex 1,456, bei Mischung mit gleichen Teilen H_2O noch 0,1397, kommt als Einschlußmittel in einer 33%igen Mischung mit Wasser, als sogenanntes $^1/_3$-Glyzerin in Betracht, bleicht die meisten Färbungen in kurzer Zeit aus, erhält aber bei vorsichtiger Anwendung prachtvoll Metallimprägnationsbilder, Fettfärbungen, Osmiumniederschläge usw.

Glyzerin-Gummigemisch von Farrant, ein Gemisch von 10 g Gummi, 5 g Glyzerin in 10 ccm Aqua dest., zur Konservierung wird arsenige Säure hinzugesetzt. Am besten fertig von Grübler (Leipzig) zu beziehen. Zum Einschluß von Isolationspräparaten.

Deckglaskitt, für nicht oder sehr langsam erhärtende Einschlußmittel, wird hergestellt aus 1 Teil Wachs, das man in Schälchen vorsichtig (Entflammung) schmilzt, und dem man dann nach und nach 4 Teile Kolophonium zusetzt. Man gießt ihn heiß in Blechbüchschen, kann ihn auch fertig in Dosen beziehen. Sehr gut ist für diesen Zweck auch Goldsize (Grübler) geeignet.

Verschiedenes.

Anästhol, Äthylchlorid in Verschlußröhren, nur für Gefriermikrotomschnitte.

Wasserstoffsuperoxyd H_2O_2 in brauner Flasche, mit Glasstopfen gut geschlossen aufbewahren.

Mastix, gelbliche Körner, ein Produkt aus der Rinde von *Pistacia lentiscus*, für das Schneiden harter Chitinteile unentbehrlich, dicke Lösung in Äther wird zum Gebrauch mit absolutem Alkohol so verdünnt, daß beim Überstreichen der Paraffinblockschnittflächen ein sehr feines aber festes Häutchen zurückbleibt, das das Zerreißen der Schnitte verhindert.

Syndetikon, am besten in einer Tube vorrätig halten.

Eiweißglyzerin, zum Aufkleben von Paraffinschnitten; Mischung von gleichen Teilen durch ein Tuch filtrierten Hühnereiweißes und Glyzerin und Zusatz von Kampher oder Thymolstückchen.

Nelkenölkollodium: Kollodium 1, Nelkenöl 3—4 Teile, werden gemischt und in kleinen Fläschchen mit einem am Korken befestigten Glasstäbchen zum Auftupfen des Gemisches aufbewahrt.

Lackmuspapier, blau und rot, in kleineren Streifen.

Filtrierpapier, glatt, geschnittene runde Filter unnötig, Faltenfilter ebenso.

Josephspapier, zum Reinigen von Linsen und Präparaten.

Kaiserlingsche Flüssigkeit zur Konservierung von Organen in natürlichen Farben. Lösung I. 400 ccm Aqua dest., 80 g Formalin, 8 g Kalium aceticum, 4 g Kalium nitricum. In dieser Lösung, die immer wieder zu benutzen ist, und der man praktisch bei der ersten Anwendung 50 ccm irgendwelchen Blutes zufügt, bleiben die Organe 24 Stunden bis 4 Tage. Lösung II. 80%iger Alkohol, bis die Farbe in der gewünschten Weise zurückkehrt. Nach gutem Abtropfen kommen die Stücke in Lösung III: 700 Aqua dest., 200 g Kalium aceticum, 300 g Glycerinum purum lösen und durch Watte filtrieren. Die Präparate bleiben erst einige Tage in bereits früher benutzter Lösung, ehe sie in die definitive Aufbewahrungsflüssigkeit kommen. Dünne Objekte, Darm, werden auf Platten aufgespannt, Hohlhäute, deren Form erhalten bleiben soll, werden mit Watte ausgestopft; die Reinigung der Oberfläche ist mit Alkohol vorzunehmen. Die Präparate werden am besten in Präparatengläsern, auf Glasplatten aufgespannt oder mit verflüssigter Gelatine befestigt, aufgestellt. Die zum Kleben dienende Oberfläche des Objektes wird getrocknet und dann mit Aqua dest. angefeuchtet.

Picksche Flüssigkeit dient dem gleichen Zwecke, ist im Gebrauch billiger. Lösung I: Aqua dest. 500, Karlsbader Salz 25 g, 5 ccm Formalin, 200 ccm Glyzerin. Weitere Behandlung wie bei Kaiserlings Methode.

Bücher.

In jedem Arbeitszimmer ist es praktisch, ein kleines Bücherbrett anzubringen, das außer den für andere Lehrzweige gebrauchten, für die mikroskopischen Übungen enthalten soll:

1. Ein Lehrbuch der Zoologie (Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie, Richard Hertwig, Lehrbuch der Zoologie, und auch Kükenthal, Leitfaden für das zoologische Praktikum, Schuberg, Zoologisches Praktikum, Brauer, Süßwasserfauna Deutschlands).

2. Ein Lehrbuch der Histiologie (Stöhr-Schultze, Lehrbuch der Histologie, Szymonowicz, Lehrbuch der Histologie, R. Krause, Kursus der normalen Histologie, Sobotta, Atlas und Lehrbuch der Histologie und mikroskopischen Anatomie).

3. Ein technisches Lehrbuch (Böhm und Oppel, Taschenbuch der mikroskopischen Technik, Lee und Mayer, Grundzüge der mikroskopischen Technik, R. Krause, Enzyklopädie der mikroskopischen Technik).

4. Ein geschriebenes Rezeptbuch, enthaltend die Zusammensetzung aller im Laboratorium zum täglichen Gebrauch vorhandenen Flüssigkeiten, alphabetisch geordnet, am besten mit Buchstaben am Rande.

5. Das Protokollbuch. Ein wichtiges Inventarstück des Laboratoriums, in dem alle zur Sektion gekommenen Tiere, alles Material nach Herkunft, Bearbeitungsart, Bearbeiter, systematisch aufgezeichnet wird, so daß man nach Jahren an der Protokollnummer, die auf Blockschachteln, Präparaten usw. stets zu vermerken ist, die Natur und Herkunft eines Objekts feststellen kann. Es ist am besten, sich eine größere Anzahl von Rubriken einzurichten: Tierbezeichnung, Datum, Fixation, Herkunft, Verbrauch, Bearbeitung und noch einige für die jeweils notwendigen Bemerkungen.

Verbandkästchen: Binde, Mull, Heftpflaster, reine Instrumente, die zu keinem anderen Zweck gebraucht werden dürfen.

Ein Fläschchen mit konzentrierter wäßriger Pikrinsäure zum Betupfen kleiner Verbrennungen stehe in jedem Laboratorium bereit.

Material und Untersuchungsmethoden.

Materialbeschaffung.

Die Beschaffung des Unterrichtsmaterials richtet sich in hohem Grade nach den örtlichen Verhältnissen der Anstalt. Im allgemeinen empfiehlt es sich, das Material zum Teil auf Exkursionen sammeln zu lassen, wie Amphibien, Reptilien, Arthropoden usw. Katzen- und Mausefalle leisten gute Dienste, und Verbindung mit Waldhütern und anderem Forstpersonal

kann auch zur Erlangung größerer Säugetiere und Vögel nützlich sein. Ist kein Schlachthof vorhanden, von dem man einzelne Teile beziehen kann, so wird doch ein Schlächter gegen geringes Entgelt Material wie Nackenband, Lymphdrüsen usw. zu liefern imstande sein. Besonders schätzenswert ist die Verbindung mit einem Roßschlächter, der nicht nur Pferdeorgane, sondern auch Eingeweidewürmer (Pferdespulwürmer) usw. herbeischaffen kann. Marine Objekte werden auch im allgemeinen durch die Vermittlung von Stationen, wie der biologischen Anstalt auf Helgoland, der zoologischen Station der Kaiser Wilhelms-Gesellschaft in Rovigno, gegebenenfalls auch der Zoologischen Station in Neapel, zu beziehen sein. Man bemerke stets, falls notwendig, die gewünschten Konservierungsarten, oder füge hinzu, daß die Art der Fixation ohne Belang sei. Um Rückfragen zu vermeiden, unterlasse man nie die Angabe, ob die Objekte für mikroskopische oder makroskopische Präparate bestimmt seien. Solche Bestellungen sind praktisch einmal im Jahr für den ganzen Bedarf aufzugeben, denn nicht immer kann jede Tierart zu jeder Zeit gefangen oder vorrätig gehalten werden. Man versehe sich daher rechtzeitig mit derlei Vorräten.

Für manche Materialien wird man auf das Entgegenkommen wissenschaftlicher, z. B. hygienischer Institute (Parasiten) angewiesen sein. Persönliche Verbindungen tun in diesem Falle das Beste. Vor allen Dingen suche man Anschluß an zoologische Gärten, Aquarien, von denen man noch sehr gut brauchbare Kadaver oft leicht erhalten kann.

Man mache sich zur Regel, das gesamte wohlgeordnete Material einmal im Jahre mit Hilfe der Amanuenses oder Famuli durchzukontrollieren, um nicht mitten im Kursus durch unliebsamen Mangel überrascht zu werden.

Für den Materialbezug sind sehr praktisch kleine Holzkästchen mit einschiebbarem Deckel, zumal wenn es sich um Hinsendung von Fixationslösungen zum Einlegen bestimmter Organe von Tieren handelt (für die größeren Stationen natürlich nicht notwendig). Die eine Deckelseite trägt die Hinadresse, die andere die Rückadresse, so daß der Deckel nur umgekehrt aufgeschoben zu werden braucht. Die Gläser sind mit gutem Verschluß, am besten mit Gummistopfen oder mit Paraffin überzogenen Korken zu versehen, die man noch mit Pergament abdichten kann, damit die Flüssigkeit nicht den Korken bespült. Man versäume nie, den Postsendungen auf der Rückadresse den Stempel der Anstalt und eine ausgeschriebene gestempelte Paketadresse beizufügen. Man erspart sich durch Beachtung dieser Kleinigkeiten viel Ärger und manche Verzögerung.

Die Gläser selbst sind dicht mit Packwatte zu umstopfen und mit einer Schicht dieser Watte zu überdecken, sie dürfen sich nicht beim Werfen bewegen und einander berühren. Man kann sie auch mit dem für diesen Zweck sehr praktischen Netzstoff (Neapel) umwickeln. Packmaterial stets aufbewahren. Für manche Stationen, Helgoland, Neapel, existieren Listen der dort vorhandenen Tiere und Angaben der Fortpflanzungszeit.[1])

Materialaufbewahrung.

Das Spiritus- oder Formalinmaterial bewahre man übersichtlich geordnet in einem besonderen Schrank oder in einer Abteilung eines großen Schrankes auf. Die Tiere ordne man nach dem System, die Organe ebenfalls nach dem System des Lehrbuches, das man benutzt. Im Schrank oder an den Schubladen, ebenso auf den Aufschriftzetteln sind die einzelnen Abteilungen durch Schilder so deutlich kenntlich zu machen, daß auch ein nicht mit dem Labora-

1) Z. B. Mitt. Zool. Stat. Neapel 19. Bd. 1910, S. 513 ff. Leitfaden für das Aquarium der Zool. Stat. in Neapel. — dalla Torre, Fauna von Helgoland. Verzeichnis der bei Helgoland erhältlichen Objekte, nicht ganz zuverlässig.

toriumsbrauch Vertrauter (Vertreter) sich mühelos zurechtfinden kann. Auf jedem Etikett muß außer persönlichen Bemerkungen Tierart, Organbezeichnung, **Fixation**, Herkunft, Aufbewahrungsflüssigkeit angegeben sein.

Praktisch trennt man die Block- und Schnittmaterialsammlung von dem uneingeschlossenen Vorratsmaterial. Für die Blocksammlung der Paraffinobjekte sind Schubfächer oder größere flache Kasten praktisch, die je eine Gruppe: Tierstamm, Gewebeklasse usw. enthalten. Die Paraffinblöcke selbst werden in alten leeren Objektträgerschachteln aufbewahrt, die man bei reichlichem Platz flach, bei beengterem Raum auf die Kante stellt. Für die Aufschrift gilt das Obengesagte. Sehr praktisch für die Blocksammlung und Schnittsammlung sind die nach der Art der Bureauschränke eingerichteten Schränke mit einer Anzahl gleichartiger Fächer übereinander, je nachdem von größerer oder geringerer Tiefe.

Schnittmaterial hebt man entweder gesondert oder mit den Blöcken zusammen auf, am besten auf Glimmerplatten (s. S. 42) aufgeklebt.

Zelloidinmaterial und Zelloidinschnitte hebt man in gut verschlossenen Glasröhrchen auf, insofern man nicht vorzieht, die Zelloidinschnitte ebenfalls auf Glimmerplatten zu befestigen und nach der Paraffinmethode zu konservieren.

Stück-, Block- und Schnittsammlungen sind am praktischsten gleichmäßig zu nummerieren und protokollieren, so daß die Zugehörigkeit eines bestimmten Präparates zu einem bestimmten Stück, bezüglich Block ohne weiteres erkennbar ist. Je einfacher und auch für jeden Uneingeweihten verständlicher die Bezeichnung ist, desto besser. Schwierige Nummern- und Buchstabenbezeichnungen pflegen sich im Laufe der Jahre zu komplizierten Geheimzeichen auszuwachsen, die in einem großen Betriebe und beim Wechsel der Lehrkräfte unnötigen Energieverbrauch beim Einarbeiten in das System verursachen.

Materialvorbereitung.

Die Vorbereitung des Materials erfordert gelegentlich eine längere Zeit. Man richtet diese Vorbereitung passend so ein, daß auch die Teilnehmer an den Übungen von diesen Anfangsstudien der Präparationen etwas zu sehen bekommen, wenn auch gleich in der Zwischenzeit von diesen Objekten nicht viel die Rede ist. Es sei z. B. an die Vorbereitung der Regenwürmer für die Anfertigung von Schnitten erinnert: man muß sie mindestens eine Woche vor der Verwendung in Wassergläser setzen, die mit fein, charpieartig zerzupftem, angefeuchtetem Fließpapier versehen sind. Dieses Papier wird von den Würmern gefressen, ihr Kot ausgeschieden: dann können die Kieselstückchen und andere feste Partikelchen im Darm beim Schneiden nicht mehr stören. Damit die Salamanderlarven schöne Kernteilungsfiguren zeigen, sind sie etwa 4—5 Tage lang in hellem Lichte in einer weißen Waschschüssel recht gut und reichlich mit *Tubifex* oder Enchyträen zu füttern. Damit die Hydren viele schöne Knospen auswachsen lassen, müssen sie reichlich gefüttert werden. Solche Vorbereitungen von langer Hand bedürfen natürlich einiger planmäßiger Anordnung, deren Angabe im einzelnen über den Rahmen dieser Technik hinausgehen dürfte. Einige spezielle Angaben siehe unter „Systematische Materialübersicht".

Bei der Präparation gewöhne man sich, stets die besten Tötungs- und Betäubungsmittel bereitzuhalten, damit die möglichste Gewähr für die schnellste und beste Todesart der Tiere gegeben ist. Tötung von größeren Tieren, Kaninchen usw. ist stets vor den Übungen im Vorbereitungszimmer mit geschickter und vielleicht schon etwas sachkundiger Hilfe eines Amanuensis vorzunehmen.

Die Fixationsflüssigkeiten müssen gut vorbereitet auf dem Experimentiertisch stehen, so daß sie nur gemischt zu werden brauchen, wenn Herstellung unmittelbar vor dem Gebrauch

Bedingung ist. Apparate und Gerätschaften, die zur Demonstration dienen sollen, z. B. Blutzählapparat für die Blutkursstunde, Injektionsspritze usw. werden am besten nach einem im Laboratorium vorhandenen Buche vorbereitet, das in systematischer Ordnung für jedes Übungsthema notwendige Gerätschaften tabellarisch aufzählt, z. B.

n[te] Stunde: Kernteilung.

Wandtafel Nr....

Untersuchungstisch: Färbegerät usw.

Fixationsmittel: Carnoy, Zenker usw.

Farben: Hämatoxylin usw.

Präparierbesteck.

Reagentien: Wasser, Kochsalzlösung usw., Stecknadeln, Plastilin zum Modellieren.

Material: 8 Tage zuvor ein trächtiges Weibchen vom *Salamandra maculosa* usw. besorgen. Unmittelbar vorher besorgen: *Ascaris*.

Bücher: Lehrbuch, S....

Demonstrationspräparate: Nr...., Sammlungspräparate: Nr....

Jede derartige Aufzeichnung, die sich von Jahr zu Jahr verbessern und vervollständigen läßt, spart Zeit, Mühe, Überlegung und trägt dazu bei, die Arbeiten gleichförmig zu gestalten und die Erfahrungen, die man im Laufe der Jahre zuweilen vergißt, sicher aufzubewahren.

Spezielle systematische Übersicht über Auswahl und Beschaffung von Untersuchungsmaterial.

Alle hier und im folgenden Teile genannten Tiere und Organe kennzeichnen sich nur als Vorschläge für die Untersuchung. Zeit, Ort und persönliche Neigung ermöglichen und erzwingen vielerlei Abweichungen an Material und Methodik.

Protozoen.

Amöben. Von Amöben findet man häufig *Arcella vulgaris* auf Wasserpflanzen aus kleinen Pfützen und Teichen im Walde. Sie hält sich im Wasserglas auf den Pflanzen wochenlang. Man tupfe mit den Pflanzen auf den Objektträger, wo man sie an ihrer braunen Schale leicht erkennt. Frei lebende Amöben sind fast immer in dem Schlamm und Wandbelag, besonders am oberen Rande schlecht gereinigter, kleiner Aquarien zu finden; es handelt sich dann allerdings meist um kleine, wenig lebhaft bewegliche Formen. Auf der Unterseite von Wasserpflanzenblättern (*Nymphaea*) kriechen fast stets Amöben umher. Kulturen der *Amoeba diploidea* können aus dem Protozoenlaboratorium des Kgl. Instituts für Infektionskrankheiten, Berlin, bezogen werden.

Selbstanfertigung der Kultur (Hartmann). Gartenerde, Lohe wird in einem Wasserglas voll Wasser im Thermostaten bei 25° einen Tag aufgestellt, dann von dem Oberflächenhäutchen, wenn es kleine Amöben enthält, einige Platinösen mit Wasser verrührt, und auf Agarplatten folgender Zusammensetzung verteilt: Agar 0,5, Leitungswasser 90,0, gewöhnliche alkalische Nährbouillon 10,0; bei 25° haben sie sich in einigen Tagen gleichzeitig mit dem Bakterienrasen vermehrt.

Inhalt von Eidechsenkloaken streicht man direkt auf Agar aus (*Limax*-Amöben).

Untersuchung im frischen Zustand; Deckglasausstriche, Fixation mit Sublimat-Alkohol nach Schaudinn: 2 Teile Sublimat, 1 Teil Alc. absolutus. 70%iger Alkohol mit Jodtinktur, Färbung mit Hämatoxylin oder Boraxkarmin.

Heliozoen findet man als stecknadelkopfgroße Kügelchen, schon mit bloßem Auge leicht erkennbar in geeigneten kleinen Gewässern. In Schalen mit Wasserlinsen, die man mit Infusorien versieht, halten sie sich im Schatten lange Zeit.

Foraminiferen. Man bestelle Foraminiferen-Sand von Rovigno, Neapel; man isoliert auf dem Objektträger mit zwei Nadeln unter dem Mikroskop die Schalen, trocknet sie über der Spiritusflamme und schließt in Kanada ein. Achten auf kleine Schnecken usw. Lebende Foraminiferen aus Rovigno mit Foraminiferensand in Seewasser stehen lassen, nach einigen Tagen Rand mit der Lupe absuchen, *Polystomella* isolieren. Beobachtung im Leben, Körnchenströmung, Fixieren mit Sublimat, Boraxkarmin.

Radiolarien. *Collozoum inerme*, Kolonien aus Neapel, Färben mit Alaunkarmin, Aufhellen in Zedernöl, kleine Stücke in Kanadabalsam einschließen. Radiolarienskelette kocht man in Schwefelsäure, wäscht gut mit Wasser aus, trocknet mit Alkohol und hebt den Rückstand in Zedernöl auf. Einschluß in Kanada. Falls die einzelne Operation schnell gehen soll, kann man jedesmal das Absetzen durch Zentrifugieren beschleunigen.

Flagellaten findet man im Eidechsenkot (*Bodo, Trichomastix, Trichomonas lacertae*), den man aus dem After auspreßt und mit einigen Tropfen physiologischer Kochsalzlösung verdünnt. Kleine Flagellaten lassen sich zu Tausenden in jedem Tropfen eines Heuinfuses finden. In sumpfigen diatomeenreichen Teichwassern zeigt sich *Euglena*, deren Kultur in Schalen in der Sonne leicht gelingt.

Sehr lohnend ist die Untersuchung von Trypanosomen im Blute infizierter Säugetiere. Von hygienischen Instituten der Universitäten kann man sich unter Umständen eine mit *Trypanosoma lewisi* infizierte Ratte oder Maus zur Untersuchung der frischen Blutstropfen, Anfertigung von Blutausstrichpräparaten verschaffen; man verwende hierzu Glimmerplatten von 7 : 5 cm, auf die man das Blut in der gleichen Weise wie auf Deckgläschen ausstreicht (s. S. 60). Diese bestrichenen Platten hebt man als Material mit zwischengelegten Seidenpapierstückchen auf und färbt sie nach Bedarf mit Giemsa (s. S. 61). Die ungefärbten und gefärbten Präparate halten sich trocken viele Jahre. Man schneidet nach Bedarf davon Präparate, etwa Stückchen von 5 qmm, ab und schließt in Kanadabalsam ein.

Spirochäten kann man im Zahnbelag von Menschen immer finden, (*Spirochaete buccalis* und *S. dentium*). Beobachtung im lebenden Zustande. Gregarinen verschafft man sich am besten aus dem Darm der Mehlkäferlarven, Mehlwürmer (*Tenebrio molitor*): *G. polymorpha* oder dem Darm der Küchenschabe (*Blatta orientalis*): *G. blattarum*. Man schneidet den Kopf und das Hinterende ab, zieht den Darm heraus, was leicht gelingt, und zerzupft seinen Inhalt in physiologischer Kochsalzlösung. Bewegung der Gregarinen studieren.

Aus den Samenblasen des Regenwurms ist die Gregarine *Monocystis agilis* leicht erhältlich. Beobachtung im Leben.

Von Ziliaten verschafft man sich am leichtesten *Opalina ranarum* und *Balantidium entozoon* aus der Kloake der heimischen Froscharten. Man schneidet die gesamte Kloake heraus, öffnet sie der Länge nach und verteilt den Inhalt in einem Tropfen Kochsalzlösung auf einem Objektträger oder in einer Uhrschale. Beobachtung im Leben, Konservierung durch OsO_4-Räucherung (s. S. 61) und Einschluß in Glyzerin, oder Deckglasausstrich, fixieren in Sublimatalkohol (2 Teile Sublimat, 1 Teil absol. Alkohol), Färbung mit Hämatoxylin oder Boraxkarmin. Solche Deckglasausstriche läßt man am besten mit der Schichtseite feucht auf die zirka 80° heiße Fixationslösung fallen, taucht sie dann ganz in die Lösung hinein, jodieren in 50%igem Alkohol mit Jodtinktur, eine halbe Stunde wässern und färben.

Paramaecium in Kultur züchtet man in Heuaufguß: ein Büschel Heu weicht man in einem Zuckerglas gut ein, bis sich eine dicke Kahmhaut (Pilze, Bakterien) an der Oberfläche gebildet hat. Von Zeit zu Zeit tupft man mit einem der Heuhalme auf den Objektträger und sieht nach, ob bereits Infusorien vorhanden sind. Nach 8—14 Tagen ist das sicher der Fall.

Zuerst erscheinen gewöhnlich die kleineren Formen, *Colpidium*, später *Paramaecium*, unter Umständen auch andere Formen, *Dileptus* usw. Nach etwa 4 Wochen tut man gut, auf ein neues Glas mit Kahmhaut überzuimpfen, sonst geht die Kultur allmählich ein. In Reinkultur erhält man *Paramaecium* durch die Benutzung ihrer negativen Geotaxis. Man füllt eine Glasröhre von etwa 1 m Länge und 1—2 cm Weite, die man unten gut verschlossen hat und senkrecht aufstellt, zu einem Viertel mit der Flüssigkeit des Infuses, das reichlich Ziliaten enthalten muß. Dann gießt man klares Wasser bis zum Rande auf. Die Paramäzien sammeln sich in dichter Schicht in den obersten Flüssigkeitsschichten an, wo man sie für alle Versuche in großen Mengen als Reinkultur mit der Pipette entnehmen kann.

Vorticella findet sich häufig auf Blättern von *Elodea*, in längere Zeit stehenden Aquarien. *Stentor* läßt sich, wenn man ihn einmal hat, leicht züchten in einem Gefäß mit fauligem Salat.

Spezielle Literatur: Kißkalt und Hartmann, Praktikum der Bakteriologie und Protozoologie, II. Teil Protozoologie, Jena, Gustav Fischer, und Prowacek, Taschenbuch der Protozoentechnik. Auch Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde enthält viele technisch praktische Winke.

Metazoen.

Spongien.

Spongilla findet man oft in Seen, Teichen, Wasserläufen, auf Steinen, Holz, z. B. unter Brücken usw. Alsbald nach dem Fang fixieren am besten in einem OsO_4-Gemisch. Nadeln werden isoliert und untersucht, indem man ein Stückchen Schwamm zerzupft und auf dem Objektträger mit Salzsäure kräftig erwärmt. Beobachtung in Wasser. Nadeln von marinen Kieselschwämmen erhält man isoliert nach der gleichen Methode, wie die Radiolarienskelette (s. S. 26). Das Material liefert sehr schön irgendein vertrockneter Kieselschwamm aus einer Sammlung, der sonst nicht mehr präsentabel aussieht. Man zupft von ihm den feinen Nadelfilz in größerer Menge ab und behandelt ihn nach den Angaben.

Zölenteraten.

Hydra gewinnt man am besten, wenn sie sich als unliebsamer Gast in irgendeinem Aquarium angesiedelt hat. Jede Wassertierhandlung hat in der Regel bei genauer Untersuchung irgendwo ein mit *Hydra* infiziertes Glas und gibt von diesem Material nur zu gerne ab. Einige wenige Polypen genügen, um eine Kultur anzulegen, die bei geringer Wartung andauernd Tiere liefert. Man transportiert die Polypen in einer kleinen Pulverflasche mit nach Hause und setzt sie zunächst in ein nicht zu großes Wasser- oder Einmacheglas, in dessen Wasser man reichlich Daphnien, *Cyclops*, kleine Ostrakoden hineingibt. Die reichliche Füllung lohnen die Hydren alsbald durch lebhafte Knospung und Vermehrung, über Winter kann man auch bei spärlicher Nahrung einige Tiere immer am Leben erhalten. Zur Fixation fängt man sich einige Stücke, die aber nicht eben kleine Kruster gefressen haben sollen, heraus und läßt sie sich in einem sehr wenig Wasser enthaltenden Uhrschälchen schön strecken. Sie legen sich dabei meist flach dem Wasserspiegel parallel hin. Man sucht dann das Tierchen mit einem Strahl von Fixationsflüssigkeit zu überraschen, mit dem man es aus einer Pipette anspritzt, so daß der Strahl von der Fußplatte zur Tentakelkrone geht. Man spritzt ihn möglichst horizontal und nie in der Richtung vom Mund zum Fußpol, sonst zieht sich die *Hydra* stark zusammen. Fixation: Flemming. Färbung: Hämatoxylin oder Pikroindigo-Magentarot. Hierbei treten die Nesselkapseln zuweilen besonders intensiv rot gefärbt hervor.

Marine Hydroidpolypen, Medusen, Anthozoen bezieht man aus einer zoologischen Station. Aus Helgoland kann man sehr schöne Polypenstöckchen und Medusen von *Obelia geniculata*

für Totalpräparate und *Tiara pileata* erhalten. Für Schnitte eignen sich *Olindias mülleri, Mitrocoma annae* aus Neapel. Fixation: Zenker. *Cordylophora* kann man gelegentlich aus brackigem Wasser (Warnemünde) erhalten. Fixation: Flemming. *Actinia equina*, kleine Exemplare aus dem Magenraum von großen Tieren (Helgoland) geben hübsche Präparate. Man übergießt die großen Tiere mit Fixationsflüssigkeit und reißt ihnen dabei die Mundöffnung mit zwei Pinzetten auf. Dabei entleeren sie die kleinen so schnell, daß sie sich nicht erheblich kontrahieren können. Zenkersche Lösung.

Plathelminthen.

Planarien fängt man bei Exkursionen in Seen und Teichen oft in größerer Menge. Fixation sehr undankbar und schwierig, am besten noch heiße Sublimat-Eisessig-Osmiumsäure, 10:0,5:3. Nachbehandlung: Auswaschen, Jodieren. Trematoden: *Distomum* kann man vom Schlachthof durch Vermittlung des Tierarztes erhalten. Fixation: Zenker. Man preßt die Tiere ganz leicht zwischen zwei Objektträgern, damit sie nicht so stark verkrümmen, Totalpräparate mit Boraxkarmin durchfärben. Zerkarien findet man gelegentlich beim Zerlegen von Teichmuscheln in großer Menge, man fixiere sie auf jeden Fall, ob man sie augenblicklich braucht oder nicht, in Zenker und bewahre sie in Alkohol auf. Färbung: Boraxkarmin für Totalpräparate. Zestoden: Gelegentlich finden sich bei Sektionen von Katzen, Hunden Bandwürmer, die sorgfältiges Aufheben verdienen (*Taenia cucumerina*). Durch Vermittlung der Tierärzte verschaffe man sich ein Stückchen Muskelfleisch mit Finnen von *Taenia solium* (Schwein) und *mediocannellata* (Rind). Wenn man sie als Material für mikroskopische Präparate verwenden will, isoliere man sie durch Zerzupfen der Muskelfasern, presse sie unter scharfem Druck zwischen zwei Objektträgern, bis sie platzen, und dabei den Skolex ausstülpen: diese ganze Manipulation führt man am besten in einer Satte mit 96%igem Alkohol aus, auf deren Boden man die Objektträgerpaare einfach aufschichtet. Am nächsten Tage sind die Skolexpräparate genügend gehärtet, um sie von dem Objektträger abnehmen zu können. Entweder aufzuheben oder gleich mit Boraxkarmin durchzufärben.

Die Bandwürmer selbst erhält man von Krankenhäusern oder Ärzten. Man versucht, sie in einem Gefäß mit warmer Kochsalzlösung möglichst bald nach der Entleerung zu erhalten, spült sie vorsichtig ab und ordnet die Glieder, wenn man sie als Material für mikroskopische Präparate verwenden will, am besten auf einer großen photographischen Platte in auf- und niedersteigenden Parallelreihen an, an deren Knickstellen man die Gliederreihen durchschneidet. Das Kopfende mit den nächsten 20 Gliedern behandelt man ebenso, aber für sich allein aufgesteckt. Auf diese ausgebreiteten Glieder legt man unter kräftigem Druck eine starke, gleich große Glasplatte und bringt das Ganze in eine hinreichend große mit Sublimat-Eisessig oder einfach auch nur mit 96%igem Alkohol gefüllte Schale. Man beschwert die obere Platte so stark und gleichmäßig mit Gewichten oder Steinen (5 Pfund etwa oder noch mehr), daß die Wurmglieder recht schön dünn und platt werden. Färbung: Boraxkarmin für Totalpräparate. Für die Sammlung suche man sich ein Demonstrationspräparat zu verschaffen, indem man je eine besonders schöne Proglottide der drei wichtigsten menschlichen Bandwürmer *solium, mediocannellata* und *Bothriocephalus latus* nebeneinander auf eine 9 × 6 Platte in Kanadabalsam montiert, die mit einer gleich großen Platte eingedeckt wird. Nach dem Trocknen rahmt man das Ganze mit Randstreifen für Diapositive ein. Von den Köpfen kann man sich gleichfalls ein solches Demonstrationspräparat anfertigen, in entsprechend kleineren Abmessungen. Wichtig ist, daß man die Eier dieser Würmer zeigen kann, erhältlich durch Verbindung mit Krankenhäusern oder Ärzten. *Bothriocephalus latus* kommt in Deutschland kaum vor. Auf-

sische Ärzte können gelegentlich einmal das Objekt herbeischaffen. Die Eier konserviert man einfach in Glyzerin mit Lackrand oder in Farrants Gemisch.

Würmer.

Nemertinen aus Helgoland, z. B. *Carinella* oder auch aus Neapel *Cerebratulus*. Fixation: Zenker. Rotatorien: Aus dem Freien im Plankton, in jedem Heuinfus nach einigen Tagen, wegen der lebhaften Bewegung ist ein Zusatz von etwa 3%iger Gelatinelösung zur Untersuchungsflüssigkeit angebracht.

Zum Narkotisieren setzt man eine 1%ige Lösung von salzsaurem Kokain zu. Man kann sie in heißem Sublimat-Eisessig (100:3) gut fixieren.

Chätognathen: *Sagitta*, konserviert aus Helgoland und Neapel.

Nemathelminthen: *Ascaris megalocephala* aus der Roßschlächterei. Man transportiert sie mit dem Darminhalt des Pferdes, dann werden sie in warmer Kochsalzlösung präpariert. Zenker für den Mund, für Darm und Haut. Geschlechtsorgane: Konservierung für Schnitte in Zojas Alkohol-Eisessig, die Überführung durch Chloroform und die Einbettung mit Paraffin hat besonders langsam und sorgfältig zu geschehen. (Näheres siehe bei Mitose und Befruchtung S. 54 und S. 73).

Kleine Nematoden (*Diplogaster*, *Rhabditis*) entwickeln sich an Regenwürmern, die man mit Chloroform tötet, mit Wasser abspült, auf einen mit feuchter Gartenerde bedeckten Teller legt und mit einer Glasglocke bedeckt, im Dunkeln einige Tage aufbewahrt (Haecker).

Anneliden: Regenwürmer setze man in ein Wasserglas mit fein zerzupftem, angefeuchtetem, täglich erneutem Fließpapier, mindestens 8 Tage vor der Verarbeitung. Der Wurm darf keine Erde mehr ausscheiden. Für allgemeine Zwecke beste Konservierung: etwa 80° warme Müller- (9) + Formol- (1) Lösung.

Enchyträen gesammelt in Komposterde oder sonst fauligem Boden, halten sich jahrelang gut in Kultur und in irdenen Töpfen mit Erde gefüllt, wenn man von Zeit zu Zeit etwas Milch auf die Erde gießt.

Chätopoden: *Nephthys*, *Nereis* aus Helgoland, *Lumbriconereis*, *Lanice* aus Neapel. Zenker. Elytren, Borsten zeigt man am besten von *Aphrodite* (Helgoland oder Neapel).

Pferdeegel und kleine Egelwürmer, am schönsten *Nephelis* oder *Clepsine* (Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot). Beim Fixieren mit Glasnadeln auf kräftigen Wachsplatten aufstecken, damit sie sich nicht zu stark krümmen; Blutegel aus der Apotheke sind teuer. Man lasse die Tiere lange Zeit hungern, niemals sich vor der Verarbeitung voll Blut saugen, weil sich dann der Darminhalt sehr schlecht schneidet. Für Nervensystem siehe dort S. 62.

Arthropoden.

Kruster: Daphnien, Kopepoden, aus dem lebenden Fischfutter der Fischhandlungen, überall in Teichen und Tümpeln zu finden, Untersuchung im Leben. Totalpräparate mit Alkohol konserviert, nach Zedernölaufhellung in Kanada einschließen. Schnitte von Flemming-Material, färben mit Safranin-Lichtgrün.

Gammarus und *Asellus*, aus schnellfließenden Bächen, Abstreifen der Uferpflanzen, Untersuchung im Leben.

Gastrosaccus, eine Mysidee aus Helgoland, vortrefflich für die statischen Organe. Fixiert in Alkohol, Totalpräparate des Hinterleibes ungefärbt in Zedernöl aufgehellt. Einschluß in Kanada.

Flußkrebs, Töten der Tiere ohne Wasser mit gebrauchtem Chloroform in einem großen Einmacheglas, gut zudecken! Fixieren der Organe mit Zenker. Dünne Hautpartien lassen sich

zur Demonstration des Chitins nach Entkalkung mit Trichloressigsäure gut schneiden. Sehr hübsche Schnitte gibt der weichhäutige Hinterleib vom *Eupagurus bernhardi* (Helgoland).

Tracheaten: Myriopoden: *Lithobius* hat schönes weiches Chitin, Fixieren in heißem Zenker.

Insekten: Präparate des Chitins beißender, saugender, stechender, leckender usw. Mundteile, und Beine: Kochen der Teile in Kalilauge, entfernen der gebildeten Kaliseife durch Chloroform, Einschließen in Kanadabalsam. Für Schnittpräparate sind Larven zu empfehlen, Fliegenmaden, Raupen z. B. vom Goldafter (*Euproctis chrysorrhea*) oder von Pieriden. Fixieren mit heißem Carnoy. Das Chitin der Imagines schneidet sich im allgemeinen miserabel, lange in hartem Paraffin liegen lassen nützt zuweilen. Einbettung durch Zedernöl, Schnittfläche mit Mastix bestreichen.

Orthopteren: *Blatta*, *Phyllodromia*, aus Bäckereien, Tierhandlungen; *Forficula*, *Locusta*, *Gryllus*. — Neuropteren: *Chrysopa*. — Hemipteren: *Pyrrhocoris*, *Phthirius* von Ärzten und aus Krankenanstalten fast stets zu erhalten. *Pediculus*, *Acanthia*, *Nepa*, *Notonecta*, *Aphis*.

Dipteren: *Culex*, *Chironomus*, *Musca*, *Pulex*.

Lepidopteren: Schuppenpräparate werden durch Abstreifen des Flügels auf einem Objektträger hergestellt und ohne Einschlußflüssigkeit mit dem Deckglas bedeckt. Lackrand.

Koleopteren: *Carabus*, *Dytiscus*, *Hydrophilus*, *Melolontha*, *Tenebrio* (steht aus der Mehlwurmzucht zur Verfügung), *Agelastica*.

Hymenopteren: *Apis*, *Bombus*, *Vespa*, *Formica*, *Cynips*.

Pseudoneuropteren: *Libellula*, *Perla*, *Ephemera*; Larven von Ephemeriden mit viel Wasser und einem Stück Wasserpflanze lebend untersuchen: Tracheenkiemen.

Eine Mehlwurmzucht ist lohnend anzulegen, nicht nur für das Material, sondern auch als Futtertier. Man benutzt einen irdenen Topf mit Larven, den man mit Sägemehl und alten wollenen Lappen füllt. Fliegen kann man ebenfalls leicht das ganze Jahr hindurch züchten, z. B. *Drosophila* an gegorenen Bananen.

Arachniden: *Epeira* oder *Tegenaria* (aus Kellern auch im Winter erhältlich). Fixieren in heißem Zenker. Zecken löst man von den gefallenen Tieren ab, indem man sie mit Benzin oder etwas Tabaksaft betupft, sonst reißt man den Kopf ab. *Sarcoptes*: gelegentlich aus Krankenanstalten, Totalpräparate.

Tardigraden: Aus dem Belag von alten Dachrinnen. *Macrobiotus*.

Mollusken.

Radula-Präparate: Schlundkopf mit Kalilauge mazerieren, Auswaschen, Einschluß in Glyzerin.

Chiton: aus Neapel oder Helgoland. Kleine Tiere, fixieren in Zenker, Entkalken in Trichloressigsäure.

Schnecken: *Helix*, *Limax*, *Arion*, *Paludina*, *Aeolis* (Helgoland). Für die Übersicht sind Nacktschnecken bequem. (Zenker, Formol-Alkohol), für die Organe besser *Helix* (Zenker). Töten der Tiere für mikroskopische Zwecke durch heißes Wasser. Das übliche langsame Ersticken zerstört die Struktur doch recht beträchtlich. Augenpräparate: man läßt *Helix* auf einer großen Glasplatte ruhig dahinkriechen und schneidet mit einem raschen Scherenschlag den Augenfühler ab. Zwitterdrüse konservieren in Flemming. Magen mit Speicheldrüse in Carnoy, Schleimfärbung.

Muscheln: *Unio* oder *Anodonta*, *Dreissena*. *Pecten* aus Neapel für Augen (Mantelrand in Zenker bestellen). Töten der Tiere mit heißem Wasser. Fixieren der Organe in Zenker. *Dreissena* oder ähnliche kleine Formen nach Ablösen der Schale gut für Totalquerschnitte. Von den Schalen kann man wie vom Knochen Schliffe anfertigen (s. b. Knochen S. 57).

Tintenfische: entweder Organe großer Formen in Zenker, aus Rovigno, Neapel: *Octopus, Loligo, Eledone, Sepia*; für Totalschnitte geeignet: *Sepiola* (Zenker, Neapel) oder sehr hübsche kleine *Loligo forbesi* (Helgoland, Zenker). Auch ältere Embryonen von *Sepia* sind in ähnlicher Weise zu verwenden. Für das Auge Einbetten durch Zedernöl, mehrere Tage in Paraffin lassen. Die Linse springt trotzdem oft heraus.

Echinodermen.

Für mikroskopische Zwecke legt man am besten kleine Tiere in Zenker und entkalkt in Trichloressigsäure. Man muß ein Fenster einschneiden oder die Tiere überhaupt eröffnen, damit die entstehende Kohlensäure entweichen kann.

Seesterne: *Asterias*, kleine *Ophiothrix* oder *Ophiurus* (Helgoland).

Haarsterne: *Antedon* aus Neapel.

Seeigel: *Echinus miliaris* aus Norderney über Helgoland bestellen.

Seewalzen: entweder kleine *Cucumaria* (Helgoland) oder *Holothuria tubulosa*, aufgeschnitten aus Neapel.

Die Befruchtung siehe dort S. 71.

Alle Echinodermen geben mit Zenker und Pikroindigokarmin-Magentarot prächtige und lohnende Färbungen.

Tunikaten.

Clavellina aus Helgoland, Zenker. *Ciona*, Neapel, Organe von *Phallusia*, Neapel. *Botryllus*, Querschnitt durch die ganze Kolonie, um die Koloniebildung zu zeigen, Helgoland, Zenker.

Salpa democratica-mucronata aus Neapel.

Wirbeltiere.

Leptokardier: *Amphioxus*, planktonische Tiere im August aus Helgoland, schön für Totalübersichtspräparate, Flemming, ungefärbt. Erwachsene Tiere aus Helgoland oder Neapel, Flemming oder allenfalls, aber schlechter, Zenker.

Zyklostomen: *Petromyzon*, am bequemsten Querder für Querschnitte (Chorda und Darm, Zenker), gelegentlich erhält man *planeri*, der für Untersuchung des mikroskopischen Baues sehr gut geeignet ist. Bezugsorte: Troisdorf an der Sieg, Neapel (aus dem Sarno).

Knorpelfische: Zum Studium eignen sich kleine oder große Embryonen. *Scyllium* aus Rovigno, Neapel, aus Helgoland große Embryonen von *Acanthias*. Organe von erwachsenen Tieren aus allen Stationen. *Myliobatis, Torpedo* Neapel, allgemeine Konservierung: Zenker.

Hautzähnchen als Totalbilder zeigt man an abgezogenen Epidermisteilen älterer Embryonen oder junger eben ausgeschlüpfter Tiere. Man entwässert und hellt in Zedernöl auf.

Als Übersichtsschnitt empfiehlt sich der Längsmittelschnitt aus dem Kopf von Embryonen für Gehirn- und Zahnentwicklung.

Knochenfische: *Leuciscus, Esox, Perca*, für Organe Zenker. Totalschnitte: kleine Formen, die ordentlich entkalkt werden müssen. Für Schuppenpräparate sind alte, schlecht gewordene Spirituspräparate sehr gut brauchbar. Auf diese Weise kann man auch selteneres Material gelegentlich von Händlern, ausrangierte Stücke aus Museen erhalten. Mit der Pinzette werden die Schuppen ausgezogen und in Glyzerin mit Lackrand eingeschlossen. Schuppen der Seitenlinie für sich besonders einschließen. Für Zykloidschuppen: *Esox* oder beliebige andere Formen, für Kenoidschuppen: *Gobius* (Neapel). Für abgeänderte Schuppenformen erhält man sehr hübsche Präparate von Formen wie *Monacanthus, Triacanthus*.

Für Befruchtung und Entwicklung siehe dort S. 71.

Ganoiden: Material in Handlungen, Sterlet hat keine schönen Ganoidschuppen, von *Lepidosteus*, von dem man gelegentlich ein Stück Panzer erhält, kann man schöne Schliffe anfertigen. Methode siehe bei Knochen, S. 57.

Amphibien. *Triton*, *Rana* usw. leicht überall zu bekommen. Trächtige Weibchen vom *Salamandra* kann man fast den ganzen Winter hindurch erhalten; man töte es, schneide die lebensfähigen Jungen heraus, lasse sie einige (8) Tage in einer großen weißen Schüssel, mit reichlichem *Tubifex*- oder Enchyträenfutter versehen, leben. Schönes Mitosenmaterial, Konservierung für allgemeine Zwecke: Zenker.

Befruchtung und Entwicklung siehe S. 72.

Reptilien. *Lacerta*, *Anguis*, *Tropidonotus* leicht erhältlich. In Kreuzottergegenden kann man zuweilen von den Fängern trächtige Weibchen bekommen. Die älteren Embryonen (Pikrinessigsublimat) geben schöne Schnitte, zum Beispiel von der Anlage der Giftzähne, von den Jacobsonschen Organen, von Schuppen. Für Organe erwachsener Tiere: Zenker.

Vögel. Für Organe Taube oder Huhn in Zenker. Für Totalschnitte billig und demonstrativ Sperling, z. B. Querschnitt durch den Thorax für Flügelmuskulatur, Herz und Lunge. Federentwicklung bei älteren Embryonen auf Schnitten durch die Flügelanlage. Kurz vor oder nach dem Ausschlüpfen konservierte Embryonen (Pikrinessigsublimat) geben nach Entwässerung und Aufhellung von Hautstücken schöne Federpräparate. Man zieht eine Dune vorsichtig aus und legt sie in Kanadabalsam ein. Schnitte durch Federn schwierig. Man umgießt eine kleine Feder (Sperling) mit Paraffin, dicke (40 μ) Schnitte. Aufkleben mit Nelkenölkollodium.

Säugetiere. Maus, Ratte, Kaninchen. Sehr hübsche Präparate von jungen Katzen oder Hunden, die man zur richtigen Zeit sehr leicht bekommt. Organe in Zenker.

Haarpräparate, besonders auch von Pelzwild, ohne weitere Vorbereitung in Kanadabalsam. Besonders schön eignen sich zum Vergleich ganz weiße Tiere: Ziege, Kaninchen. Man lege sich am besten in Schachteln mit einem Stück Thymol oder Kampher darin von allen Tieren, die man bekommt, eine Haarsammlung an.

Menschliches Material ist nur für sehr wenige Zwecke notwendig, aber immer interessant. Man erhält gelegentlich Stücke aus pathologischen Instituten von Sektionen, meist aber schon entstellt durch Leichenverwesung. Wünschenswert ist Haut (Formalin-Alkohol), Leber (Formalin), Stücke vom Groß- und Kleinhirn und vom Rückenmark (Formalin).

Untersuchungsmethoden.[1])

Bei dem Gange der Untersuchungen steht in der vordersten Linie stets die Betrachtung des frischen oder überlebenden Objektes. Grundsätzlich kann die Anwendung von Reagentien zur Verdeutlichung ihrer Bauverhältnisse, vollends aber die Schnittmethodik nur als Hilfsmittel — und zwar als ein recht unvollkommenes — für die Bildung der Anschauung betrachtet werden. Durch geeignete Anordnung der optischen Geräte, durch passende Auswahl der Untersuchungsobjekte läßt sich in sehr hohem Maße vom möglichst wenig unveränderten Gegenstande eine gute körperliche Anschauung der gröberen und feineren Bauverhältnisse des Tierkörpers gewinnen. Das schön gefärbte Dauerpräparat als solches in der Präparatenmappe kann und soll nie der erstrebenswerte Besitz sein, viel wertvoller ist eine brauchbare Zeichnung in körperlicher Auffassung (Stereomikroskop, Stereookular).

1) In diesem Abschnitte finden nur die allgemeinen Methoden der Bearbeitung mikroskopischer Objekte ihre Darstellung. Alle speziellen Untersuchungsmethoden sind unter der betreffenden Tiergruppe oder dem Abschnitte: Methodik der Untersuchung der Zellen, Gewebe und Organe nachzusehen, z. B. Entkalkung unter Hartgebilde und Kalk.

Beobachtung des lebenden oder überlebenden Objektes.

Man versäume nie, jedes Tier, Organ, Gewebe und jede Zellenart in möglichst frischem, unverändertem Zustande zu beobachten. Mag auch die Technik der mikroskopischen Untersuchungen heute sehr weit vorgeschritten sein, so kann sie doch stets nur annähernd richtige Bilder vom Zustande der lebenden Substanz liefern. Anderseits hüte man sich vor der Vorstellung, daß alle ungefärbten überlebenden Präparate nun auch sklavisch naturgetreue Anschauungsbilder lieferten. Sicher geht man nur in dem Studium tatsächlich lebenden Objektes, und auch hier gibt die oft nicht einfache Technik der Betrachtung mit dem Mikroskop zu Täuschungen Anlaß.

Die wichtigste Aufgabe ist die Wahl einer möglichst indifferenten natürlichen Beobachtungsflüssigkeit, die den Lebensbedingungen des Objektes am meisten entspricht. Für die Einzelligen wähle man stets die Kulturflüssigkeit oder die Flüssigkeit des Aufenthaltsortes, vermeide tunlichst den Zusatz von Leitungs- oder gar von destilliertem Wasser. Für die Seetiere ist Seewasser, für die meisten Tiere im allgemeinen die Flüssigkeit aus der Leibeshöhle, aus der Augenkammer oder sonst irgendein Körpersaft zu wählen. Als Ersatz hierfür dienen physiologische Kochsalzlösung vom jeweils richtigen Stärkegrad. Die Ringersche, die Lockesche Flüssigkeit (S. 19) oder Serum ist für manche Gewebe von Warmblütern außerordentlich geeignet.

Von den Vorrichtungen für derartige Beobachtungen sind immer die einfachsten die besten. Feuchte Kammern stellt man sich durch Doppelschalen, mit feuchtem Filtrierpapier ausgelegt, her. Die Präparate legt man, vor direkter Berührung mit der Flüssigkeit geschützt, auf Stabilit- oder Glasklötzchen, umgekehrte Schälchen oder ähnliche Unterlagen. Größere feuchte Kammern werden durch Glasglocke (Käseglocke) hergestellt, die auf einer Schale steht, oder man bedient sich der in Abb. 29 dargestellten Einrichtung. Für die Beobachtung lebender Objekte unter dem Mikroskop benutzt man die Methode des hängenden Tropfens, die vom bakteriologischen Arbeiten bekannt sein dürfte. Zur Beobachtung der Gewebe und Organe warmblütiger Tiere hat man heizbare Objekttische und Wärmemikroskope konstruiert.

Isolations- und Mazerationsmethoden.

In frischem Zustande gelingt es, eine ganze Anzahl von Geweben durch Zerzupfen mit feinen Nadeln so zu zerlegen, daß sie gute mikroskopische Demonstrationsobjekte liefern: Muskeln, Nerven, Stützgewebe usw. Hat man eine bestimmte Struktur im Präparat vor sich, so suche man dieser, z. B. der Faserrichtung, parallel zu zerzupfen; man setze nicht wieder und wieder von neuem das Nadelpaar auf das Gewebe, sondern ziehe, um möglichst die Zellen und Gewebeteile in ihrer natürlichen Anordnung zu erhalten, an dem einmal gewählten Angriffspunkt die Gewebefetzchen ganz auseinander.

Die frisch zu bearbeitenden Objekte muß man vor dem Eintrocknen schützen, was weitaus am besten durch fortgesetztes Anhauchen des Objektträgers geschieht (Methode der halben Eintrocknung von Ranvier), oder man bedient sich einer indifferenten Zusatzflüssigkeit, am besten der Gewebeflüssigkeit des Tieres selber, der Bauchhöhlenflüssigkeit, der wäßrigen Augenflüssigkeit, der Ringerschen oder Lockeschen Lösung oder der physiologischen Kochsalzlösung Dem gleichen Zwecke dient das Zerhacken mit dem Rasiermesser, das Schnitte von Geweben und Organen in den verschiedensten Richtungen, neben Bruchstücken aller Art liefert.

Die meisten Gewebe müssen in ihrem Verbande erst gelockert werden, ehe man sie in ihre Elemente zerlegen kann. Solche Mittel sind: der Drittelalkohol (S. 13), verdünnte $^{1}/_{10}$—$^{1}/_{100}$ %ige Osmiumsäure, Kalilauge und Salpetersäure. Zur Isolation ist stets viel möglichst schon grob zerkleinertes Material und wenig Flüssigkeit zu nehmen. Der Prozeß kann durch Wärmeeinwirkung (Thermostataufsatz) beschleunigt werden.

Außer durch Zerzupfen kann man aus Geweben Zellen durch Auspinseln mit einem stark mit Flüssigkeit gefüllten weichen Pinsel oder durch Schütteln entfernen.

Isolierte Elemente schließt man passend in Glyzerin, Farrants Gemisch ein oder entwässert im Alkohol und Kajeputöl unter dem Deckgläschen, indem man mit Hilfe eines Stückchens Filtrierpapier die Lösungen durchsaugt (Abb. 33) und dann Kanadabalsam hinzugefügt. Für größere Massen von isoliertem Material kann man auch Färbung, Entwässerung und Aufhellung im Ganzen in kleinen Flaschen durchführen und dann ein geringes Quantum des Materials in die Mitte eines Ringes von Kanadabalsam hineinbringen (Abb. 34) derart, daß das Ringinnere ganz ausgefüllt wird. Bei zarten Präparaten ist stets ein starkes Barthaarstückchen oder ein Abschnitt einer Schweinsborste oder auch ein fein ausgezogener Glasfaden unterzulegen, damit der Druck des Deckglases die Objekte nicht beschädige. Für die Konservierung wäßriger Isolationspräparate kann man auch einen derartigen Ringeinschluß mit Farrants Gemisch ausführen (Gutherz).

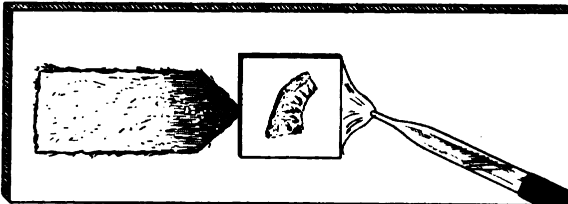


Abb. 33. Rechts Pipette zum Zusetzen der Flüssigkeit an den Rand des Deckglases, links Filtrierpapier zum Absaugen.

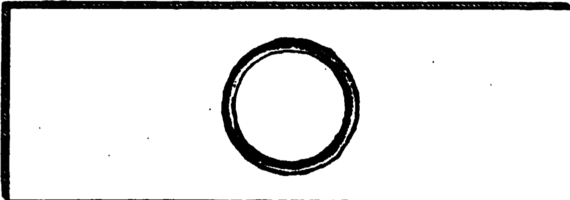


Abb. 34. Kanadabalsamring. Nach Bedarf viel kleiner zu ziehen.

Ohne Zerstörung des Gewebeverbandes selbst kann man die Elemente behufs besserer Sichtbarkeit lockern, indem man mit einer Pravazschen Spritze eine indifferente Flüssigkeit in das Gewebe hineinspritzt und in dieser Weise eine Ödemblase erzeugt (Ranviersches Ödem). Natürlich kann man für Dauerpräparate dieser Art auch Fixations- oder Färbelösungen in dieser Weise anwenden. Von der Ödemblase schneidet man geeignete Stückchen am besten mit der gekrümmten feinen Schere ab und behandelt entsprechend weiter. Diese Methode eignet sich besonders gut für das Studium der Fasern und Zellen des lockeren Stützgewebes; man wählt als Demonstrationsobjekt das Unterhautbindegewebe eines Säugetieres.

Zu den Isolationsmethoden kann man auch die künstliche Verdauung rechnen, die nur für einige Spezialzwecke in Betracht kommt (Reticulum der adenoiden Organe, Kern- und Plasmachemische Beobachtungen). Sehr feine Chitinteile, Sponginfasern kann man sogar aus Alkoholmaterial durch künstlichen Magensaft oder durch Trypsinverdauung darstellen, welche letztere als alkalische Lösung auch für zartere Kalkelemente Gutes leistet.

Zur Herstellung von Pepsinsalzsäure benutzt man Wittes Peptonum siccum 0,5, Wasser 100, Salzsäure 1. Auswaschen mit Wasser, wenn die Kontrolle nach 2—24 Stunden, oft auch noch längerer Zeit ergibt, daß der gewünschte Effekt erreicht ist. Trypsinverdauungsgemisch: auf 100 Teile 0,3 % Sodalösung setzt man eine Messerspitze von Pancreatinum siccum depuratum (Grübler), Nachbehandlung die gleiche wie bei Magensaft. Die Wirkung kann man durch Wärme auf dem Thermostaten unterstützen. Gut ist es, bei langer Dauer einen Tropfen Chloroform oder Toluol zuzusetzen, um Fäulnis zu verhindern.

Bei dem Eindecken isolierter, überhaupt sehr zarter Organ- und Gewebeteilchen stütze man das Deckglas stets wie oben angegeben oder verwende kleine, etwa hirsekorngroße Wachsstückchen als Wachsfüßchen, die man an den Ecken anbringt.

Allgemeiner Gang der Herstellung von Dauerpräparaten.

Die Vorbereitung der Objekte für die mikroskopische Beobachtung hat, insofern es sich nicht um ohne weiteres untersuchbare Präparate, dünne Membranen, Ausstriche usw. handelt,

außer durch Zerzupfen mit Nadeln, Zerhacken mit dem Rasiermesser, durch Schneiden mit dem Rasiermesser oder mit dem Mikrotom, gegebenenfalls nach vorhergehender Einbettung, zu geschehen.

Die Anfertigung von Dauerpräparaten zerfällt im allgemeinen in vier Akte:

1. Konservierung, 2. Zerlegung, 3. Färbung, 4. Einschluß.

Die Konservierung oder Fixation verfolgt den Zweck, durch Behandlung mit Reagentien die Gewebe so abzutöten, daß das Strukturbild des Lebens möglichst naturgetreu erhalten, „fixiert" wird. Man nehme stets genügend große Mengen des Fixationsmittels und nicht unnötig große Stücke des zu untersuchenden Objektes oder wähle die Tierart so aus, daß auch Totalschnitte nicht gar zu groß ausfallen. Ein Totalschnitt durch eine Mäuseniere gibt ein anschaulicheres Bild als ein großes Stück einer Pferde- oder Rinderniere, das nur einen kleinen Teil der histiologischen Elemente zeigen kann. Auch junge Tiere oder große Embryonen sind bei gleichen Bauverhältnissen vorzuziehen (kleine Seeigel, kleine Würmer, kleine Aszidien, kleine Vögel usw.).

Das Töten der zur Untersuchung bestimmten Tiere nimmt man in der Narkose vor. Maus, Kaninchen, Meerschweinchen sind gegen Äther sehr empfindlich, Katzen gegen Chloroform. Für die Abtötung von Wassertieren setzt man dem Wasser Chloroform zu und schüttelt das Gemisch gut durch.

Anwendung der Fixationsmittel.

Für allgemeine Zwecke und für fast alle Objekte und Färbungen eignen sich:

Alkohol: möglichst stark, 96%ig oder absolut; dünner Alkohol ist ein schlechtes Fixationsmittel. In starkem Alkohol darf man die Objekte nicht aufheben, sie müssen in 85%igen überführt werden. Weiterbehandlung: Vollendung der Entwässerung durch absoluten Alkohol (je nach Größe der Stücke mehrmals wechseln), Xylol (oder ein anderes Zwischenmittel), Paraffin; oder Alkohol-Äther zu gleichen Teilen, Zelloidin.

Alkohol-Chloroform-Eisessig (6 : 3 : 1), Carnoy-Gemisch ist eins der besten Fixationsmittel, kalt für alle Organe, heiß für Arthropoden (Vorsicht! brennbar), zehn Minuten bis eine halbe Stunde. Nachbehandlung: Entwässern, Zwischenmittel, Einbettung.

Formol-Alkohol absolutus (1 : 9), ein gutes Fixationsmittel für allgemeine Zwecke, besonders geeignet für Injektionen ganzer Tiere. Nachbehandlung: Entwässern, Zwischenmittel, Einbetten.

Formol: 10%ig, für die größte Menge aller zu Gefrierschnitten bestimmten Präparate. Für fast alle Präparationsmethoden des Zentralnervensystems verwendbar.

Zenkersche oder Hellysche Flüssigkeit. Fixationsdauer 24 Stunden, Auswaschen in fließendem Wasser, 50%iger Alkohol, dem 70%igen Alkohol setzt man zur Entfernung des Sublimats so viel Jodtinktur zu, daß die Lösung braunrot aussieht. In der Zone am Boden, wo die Präparate liegen, entfärbt sich die Lösung (Bildung von Quecksilberjodid), dann muß man umschütteln und den Jodzusatz gegebenenfalls erneuern. Es muß so lange jodiert werden, daß keine entfärbte Zone mehr entsteht. Es folgt Entwässerung und Einbettung. Enthalten die Schnitte, wie besonders häufig nach Hellys Lösung, dunkle, in auffallendem Lichte helle aufglänzende Sublimatkristalle, so jodiert man die aufgeklebten Schnitte in 85%igem Alkohol mit Jodzusatz und wäscht in 85%igem Alkohol aus.

Sublimat-Eisessig: 100 : 3, Nachbehandlung wie bei Zenker.

Flemmingsche Flüssigkeit: 1%ige Chromsäure 15, 2%iges Osmiumtetroxyd 4, Eisessig 1 Teil. Für feinere Zelluntersuchungen, Fettdarstellung kleine Stücke auf 24 Stunden einlegen, Auswaschen in fließendem Wasser, Entwässern, Einbettung.

Trichloruranazetat, ein ausgezeichnetes Fixationsmittel, besonders wenn es gilt, gleichzeitig Gewebe zu entkalken. Trichloressigsäure 50%ig, Uranazetat konzentriert wäßrig, Aqua dest. zu gleichen Teilen, Fixationsdauer 1 Tag; kommt es auf Entkalkung an, auch beliebig länger. Gegebenenfalls in Trichloressigsäure allein nachentkalken, auswaschen in fließendem Wasser, Entwässern usw.

Wie schon bei den einzelnen Methoden angegeben, ist der Überschuß der Fixationsmittel in der Regel durch Behandlung mit einem geeigneten Lösungsmittel, Wasser oder Alkohol, zu entfernen. Alkohol soll man mehrmals wechseln, Wasser am besten in fließendem Zustande anwenden.

In einen Trog oder in ein großes Glas wird der Wasserleitungsstrom mit einem Schlauch hineingeführt: durch ein kleines, nach Bedarf zu biegendes Glasröhrchen verbindet man das Präparatengläschen mit dem Wasserinhalt des Glases und leitet durch ein gleiches Röhrchen den Überschuß ab (s. Abb. 35). Kleine Objekte umhüllt man am besten mit lockerer Gaze. Für das Auswaschen von Eiern oder anderer kleiner Objekte sind kleine mit feinen Löchern durchbohrte Siebgefäße käuflich zu haben, die man in den Waschtrog hineinlegt (Abb. 36).


Abb. 35. Wässerungsvorrichtung: an die Wanne können sehr zahlreiche Gläser angeschlossen werden.

Skalpell- und Rasiermesserschnitte.

Manche frische Objekte, z. B. Knorpel der verschiedensten Abarten, der Mantel der Tunikaten (*Phallusia*), die Gallerte mancher Medusen lassen sich ohne jede weitere Behandlung in Schnitte zerlegen. Für Objekte von der genannten festweichen Knorpelkonsistenz wählt man das Rasiermesser, für harte Objekte, von denen man nur feine Schnitzelchen zu untersuchen braucht, ein kräftiges scharfes Skalpell. Auch für vorbehandelte Präparate, seien sie in Alkohol oder Formalin oder Wasser, können ganz brauchbare Übersichtsbilder mit dieser einfachen Technik erhalten werden. Auch lassen sich manche Einzelarbeiten an Schnitten von getrockneten Organen (Sehne) gut darstellen.

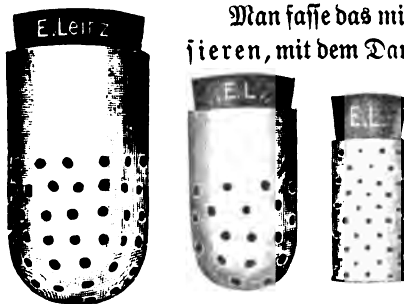


Abb. 36. Siebgefäße zum Wässern kleiner Objekte.

Man fasse das mit Wasser oder Alkohol gut befeuchtete Messer, wie zum Rasieren, mit dem Daumen auf der Innen-, mit den vier andern Fingern der rechten Hand auf der Außenseite des Griffes und ziehe die Schneide unter möglichster Ausnutzung der ganzen Länge durch das Objekt, das man zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand hält. Zuerst sorge man für die Herstellung einer glatten Schnittfläche. Dann erst beginne man mit dem Anfertigen der zu benutzenden Schnitte. Nicht drücken, nicht den rechten Daumen gegen den Schnittblock pressen!

Kleine Präparate klemme man in Klemmleber oder Hollundermark ein (Abb. 37). Zur Vorbereitung von Klemmleber schneidet man Schweinsleber in würfelförmige Stücke von 2—3 cm Seite und hebe sie in 85%igem Alkohol (gebrauchtem) auf.

Gefrierschnitt-Technik.

Für das Gefrierschneiden eignen sich vor allem Organe, in denen durch Fixation, Entwässerung, Einbettung wichtige Bestandteile, z. B. Fett, verloren gehen würden. Außerdem kann diese Bearbeitungsart ganz allgemein als eine rasche und für viele Zwecke zur Orien-

tierung völlig ausreichende Schnittmethode benutzt werden. Endlich ist es mit ihrer Hilfe möglich, von ganz frischen Organen, ohne jede Reagentienbehandlung, brauchbare Schnitte zu gewinnen.

Zu Übungszwecken legt man sich am besten bei der Gelegenheit von Sektionen eine durchweg in 10%igem Formalin konservierte Materialsammlung an, um sie gegebenenfalls als Objekte für das Gefrierschneiden zu verwenden. Doch können auch beliebig anders fixierte Objekte, sofern man sie z. B. aus dem Alkohol auf einen Tag in Formalin überführt hat, in derselben Weise geschnitten werden. Aus dem Formol bringt man das Material in eine Satte mit Wasser, schneidet sich ein handliches, nicht zu großes Stück heraus, am besten eine etwa 5 mm dicke Scheibe. Man setzt sodann einen großen Tropfen Wasser auf den Anästholgefriertisch des Jungschen Hobelmikrotoms (s. S. 8), legt das zu schneidende Objekt in diesen hinein und spritzt von rechts hoch oben her unter kräftigem Pusten den dünnen Anästholstrahl auf. Sobald das Präparat vereist ist, können Schnitte bis zu 20 μ Dicke leicht angefertigt werden. Dünnere Schnitte sind meistens ganz unnötig. Man entferne sie, während das Messer vor dem Objekt dem Arbeitenden möglichst nahe steht, einzeln oder zu mehreren durch vorsichtiges Abstreifen mit der trockenen Fingerkuppe, löse sie von dieser durch Eintauchen in eine Satte voll gewöhnlichen Wassers ab, aus der sie zur Weiterbehandlung aufgefangen werden. Wichtig ist sorgfältige Säuberung, Trocknen des Instruments nach jedem Gebrauch. Splittert das Schnittpräparat, d. h. ist es zu hart gefroren, so ist ein wenig zu warten, oder das Objekt nicht aus dem Wasser, sondern aus 5%iger Formalinlösung zu schneiden.

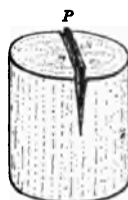


Abb. 37. Präparat in Klemmblock (Hollundermark) eingepreßt.

Weiterbehandlung der Gefrierschnitte: Die Schnitte sind stets mit einem sauberen Glasstab aus den Flüssigkeiten herauszufischen, nie mit Pinzetten oder Nadeln. Um sie vor oder nach der Färbung auf dem Objektträger glatt auszubreiten, bringt man sie in ein großes Wasserglas, fährt fast senkrecht mit dem Objektträger in das Wasser hinein und zieht den Schnitt mit dem Glasstab an den Objektträger heran. Es gelingt nun unschwer, den Schnitt glatt ausgebreitet auf den Objektträger zu bekommen, wenn man Glasstabspitze und Objektträger mit dem Schnittende zwischen diesen beiden langsam schräg aus dem Wasser herausholt.

Färbung der Gefrierschnitte erfolgt entweder auf dem Objektträger, Auswaschen, Entwässerung, Aufhellen und Einschluß dann an Ort und Stelle, oder man färbt in Schälchen und fängt sich dann den Schnitt aus einem Wasserglas auf; Entwässerung und die folgende Einschließung nimmt man am besten stets auf dem Objektträger vor. Gefrierschnitte kann man auch ganz bequem auf den Objektträger aufkleben und sie dann wie Paraffin- oder Zelloidinschnitte behandeln. Man fängt den ungefärbten Schnitt auf dem Objektträger glatt auf, tropft mehrmals 95%igen Alkohol auf, dann einen Tropfen Mallorys Zelloidin (s. S. 21), läßt einige Sekunden trocknen und geht dann ins Wasser. Färbung wie gewöhnlich, beim Entwässern ist der absolute Alkohol, der Zelloidin löst, zu vermeiden und statt seiner Karbol-Xylol zu verwenden.

Paraffinschnittmethode.

Für Überführung der Präparate in Paraffin müssen sie der Entwässerung durch Behandlung mit steigendem Alkohol unterworfen werden. Nach dem Auswaschen in Wasser ist es notwendig, kleine Stücke je einen halben, größere einen ganzen Tag in 50, 70, 85, 95% und doppelt so lange in absolutem Alkohol zu lassen. Da Paraffin sich mit Alkohol nicht mischen läßt, so muß man ein Zwischenmittel oder Intermedium gebrauchen. Als solches dient für allgemeine Zwecke das Xylol. Für sehr zarte Objekte (Embryonen, *Hydra*)

und ähnliche das Chloroform. Man versäume nie auf dem Etikett zu vermerken, in welchem Alkohol oder welchem Zwischenmittel das Objekt liegt.

Hat man stets eine größere Anzahl von Präparaten in Arbeit, so richtet man sich am bequemsten auf einem Regal oder auf dem Arbeitstisch besondere kleine Abteilungen ein, die die Bezeichnung der steigenden Alkoholreihe und der verschiedenen Zwischenmittel tragen. Jeden Tag beim Wechseln der Flüssigkeiten werden die Fläschchen in die neue Abteilung gesetzt. Das Wechseln der Flüssigkeiten hat stets so zu geschehen, daß das Präparat im Behälter bleibt, und die Lösung abgegossen wird, aber nie direkt in die Leitung oder den Abfalltopf! Aus beiden hält es oft schwer, die Objekte wieder herauszufischen. Immer gieße man in eine leere Satte ab. Im Xylol darf man besonders bindegewebereiche Organe nicht länger als 24 Stunden liegen lassen, während das Chloroform geradezu als Aufbewahrungsmittel dienen kann. Allen Ansprüchen genügt als Zwischenmittel auch für Präparate, die sich erfahrungsgemäß recht schlecht schneiden lassen, das Zedernöl. Man unterschichtet in einem Fläschchen das in absolutem Alkohol liegende Objekt mit dem Öl. Zuerst schwimmt es an der Grenze der beiden Flüssigkeiten, dann sinkt es allmählich unter und hellt dabei stark auf. Man saugt oder gießt dann den Alkohol ab und gießt neues Zedernöl auf. Aus diesem kann man direkt einbetten, wechsele aber das Paraffin dann mehrere Male, damit es kein Öl mehr enthalte.

Einbettung in Paraffin.

Aus dem Zwischenmittel werden die Präparate mit einer Pinzette oder mit dem Spatel oder wenn es ganz zarte Objekte sind, mit einem gefalteten Fließ- oder Schreibpapierstückchen in das Paraffinschälchen mit weichem Paraffin übertragen und je nach der Größe 1/4 Stunde (Eier, zarte Embryonen), meist aber 12—24 Stunden in der Wärme, auf dem Thermostaten oder im Thermostataufsatz, stehen gelassen. Längeres Stehen (über Sonntag) schadet größeren Präparaten in der geringen Hitze wenig. Auch kann man ohne sehr großen Schaden ein Stück im Paraffin erstarren lassen und es später wieder langsam (!) ausschmelzen. — Nach Ablauf dieser Zeit Überführung in Hartparaffin, und damit in die warme Thermostatenabteilung. Hier bleiben die Objekte im Durchschnitt ebenso lange als im weichen, am praktischsten über Nacht; dort genügen auch zwei Stunden für nicht zu große Stücke vollauf.

Die Einbettung zum Block erfolgt in Rahmen oder Kästchen (s. S. 5). Die Metallrahmen, die Glasplatte als Unterlage sind stets naß zu verwenden, Uhrschälchen beim Einbetten kleiner Objekte haucht man kräftig an. Man kann auch die Rahmen mit etwas Glyzerin dünn ausschmieren. Papierkästchen werden trocken verwandt. Aus einer Schale mit ungebrauchtem reinem Paraffin vom gewünschten Schmelzpunkt (gegebenenfalls durch Mischung herstellen, s. S. 20) gießt man den Einbettungsraum voll und legt mit einer leicht erwärmten Pinzette das Objekt so hinein, daß es gleich zu den Kanten und Flächen des künftigen Blockes richtig orientiert ist: längliche Präparate, Darm z. B., den man quer schneiden will, legt man mit dem Querschnittende dicht an die Schmalseite der Lage nach in die Längsrichtung des Raumes, nicht windschief zu seinen Kanten! Da man nicht immer die Blöcke gleich benutzt, gewöhne man sich, die beabsichtigte Schnittrichtung sogleich bei der Herstellung des Blockes anzugeben (Abb. 38). Das kann man leicht durch Einritzen mit dem Fingernagel oder einer Nadel erreichen, sobald das Paraffin zu erstarren beginnt. Dieses Erstarren soll möglichst rasch geschehen. Zu diesem Zwecke taucht man den Rahmen mit seiner Unterlage oder das Papierkästchen oder die Uhrschale in eine große Satte mit kaltem Wasser, pustet die Oberfläche an, bis sich ein Paraffinhäutchen bildet und neigt nun recht vorsichtig die eine Seite, so daß hier das Wasser überspült. Man vermeide das Überquellen des Paraffins in Form einer „Fontäne"! Dieses

Ereignis verdirbt den Block ganz und gar. Nachdem das Einbettungsgerät ganz untergetaucht ist, entferne man den Rahmen oder ziehe das Papier ab. Läßt man zumal dieses zu lange am Block im Wasser aufweichen, dann kann man es nicht mehr glatt abziehen. Niemals schneide man die Objekte so frisch, daß der Block noch innen weich ist. Man mache sich zur Regel, ihn noch mindestens 1 Stunde in kaltem oder gar in fließendem Wasser untergetaucht liegen zu lassen. Man beschwert ihn am besten mit irgendeinem Gewicht (Bleipatrone), so daß er nicht schwimmen kann.

Ein guter Block darf an keiner Stelle wassergefüllte Hohlräume oder Luftblasen oder kristallinische Stellen im Paraffin zeigen, sondern muß auf der Schnittfläche ganz klar homogen durchscheinend aussehen.

Stark verschmutztes Paraffin (lange im schmutzigen Kasten aufbewahrte Stücke, alte Blöcke usw.) ist vor der Verwendung zum Einbetten zu filtrieren, entweder in einem Heißwassertrichter oder, was ebensogut geht, durch ein gewöhnliches Filter in einem erwärmten Trichter.



Abb. 38. Fertig zugerichteter Paraffinblock. Die Pfeilrichtung gibt die Schnittchen an.

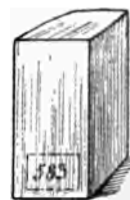


Abb. 39. Etikettierung der Paraffinblöcke.

An dem Block ist **sogleich** die Protokollnummer oder eine bestimmte Bezeichnung anzubringen. Versäumnisse dieser Art rächen sich in unangenehmster Weise. Man schneidet aus Schreibpapier kleine passende Stückchen aus, schreibt mit Tinte die Bezeichnung, Nummer oder dgl. auf, legt es auf die dazu bestimmte Blockstelle auf. Dann erwärmt man den Lackspatel (s. Abb. 12) und fährt mit ihm über die Oberfläche des kleinen Etiketts. Die oberflächliche schmelzende Paraffinhaut überzieht das Papier und hält das Etikett fest (Abb. 39). Auch die Aufbewahrungsschachtel (leere Objektträgerschachtel) muß sofort signiert werden.

Herstellung der Paraffinschnitte.

Kein Paraffinblock darf in die Objektklammer des Mikrotoms unmittelbar eingespannt werden! Grundsätzlich ist jedes Präparat „aufzublocken“. Auf das Holz- oder Stabilitklötzchen von passender Größe bringt man einen großen Tropfen flüssigen Hartparaffins, erwärmt die Blockunterseite schwach an der Flamme und preßt ihn rasch auf den Paraffintropfen auf. Mit dem erwärmten Lackspatel (s. S. 6) verschmilzt man die Unterkante innig mit der Tragfläche, indem man gegebenenfalls noch etwas Paraffin aufträgt: dazu nimmt man am besten Schnitzelchen Hartparaffin, das man gerade an der zu klebenden Stelle zum Schmelzen bringt. Der Block kommt dann auf mindestens 10 Minuten in kaltes Wasser.

Man vermeide allzu große Blöcke zu schneiden; vor allem soll der Block nicht durch unnützes Paraffin, das kein Präparat mehr enthält, zu hoch werden Je höher der Block, desto stärker federt er im Mikrotom, desto schlechter läßt er sich schneiden.

Mit einem scharfen Messer gibt man nach dem Einspannen des Blockes und dem völligen Festziehen der Halteschraube der Schnittfläche die gewünschte Form. An der der Schneide zugewandten Seite sollen mindestens immer 2—3 mm Paraffin stehen bleiben, an den Seiten und an der abgewandten Seite genügt 1 mm. Man schneide vorsichtig und komme nicht zu dicht an das Objekt heran. Im allgemeinen ist die rechteckige Form der Schnittfläche zu empfehlen.

Bei der Einstellung des Mikrotommessers ist zweierlei genau zu beachten: erstens der Winkel, den die Schneide mit der Bahnachse, zweitens der Winkel, den das Messerblatt mit der Horizontalebene bildet. Der erste wird nach gerader oder schräger, der zweite nach mehr oder minder geneigter Stellung variiert.

Bei „gerader“ Messerstellung treffe die Messerschneide die Kante des rechtwinkligen

Blockes. Diese Stellung ist bequem, wenn man das Haften der Schnitte aneinander benutzen will: beim sogenannten „Bänderschneiden". Weniger gut schnittfähige Objekte schneide man mit „schräger" Messerstellung, so daß die Schneide zuerst eine Ecke der Blockfläche trifft und je nach deren Größe etwa 3—5 cm der Schneidekante ausnützt. Sehr schräge Stellungen liefern im allgemeinen ungünstigere Ergebnisse. Das Optimum ist durch Ausprobieren festzustellen.

Was zweitens die „geneigte" Messerstellung anlangt, so ist darauf zu achten, daß das Mikrotommesser niemals mit seiner Unterfläche genau horizontal, sondern stets geneigt, aber auch nicht allzu steil eingestellt werden muß. Bei ganz oder nahezu horizontaler Stellung gleitet die Messerunterfläche über den Block hinüber; Kennzeichen: seine Oberfläche erscheint wie glatt poliert, glänzend. Bei zu starker Neigung bröckelt der Schnitt in der Messerschneide parallelen Brüchen, bei richtiger Stellung sieht nach dem Schnitt die Blockoberfläche wie matt poliert aus und der Schnitt zeigt weder Risse noch Bröckelung. Ohne Messerhalter, wie stets beim Gabelmesser, erzielt man die richtige Neigung durch Unterlegen von Plättchen aus Zigarrenkistenholz, die beide genau gleich dick sein müssen und an den Rändern gerade zugeschnitten, nicht abgebrochen, werden. Das eine kommt unter das Messer, direkt auf den Schlitten vor die Schraubenachse, das zweite über das Messer, hinter die Schraubenachse, zu liegen. Darüber, unmittelbar unter die Flügelmutter, die das Ganze beim Anziehen fest zusammenpreßt, gehört ein Metallring. Dieser Kunstgriff erübrigt sich bei Anwendung eines Messerhalters für die größeren Mikrotommesser.

Beim Schneiden müssen alle Schrauben des Mikrotoms fest und unverrückbar angezogen und von Zeit zu Zeit nachgedreht werden; denn sie lockern sich bei der Benutzung.

Sämtliche gleitenden Teile des Mikrotoms sind gut zu ölen, nicht mit Maschinenöl, Uhrmacheröl, Petroleum, sondern mit säurefreiem Flumeschen Öl für Pendeluhren. Verschüttete Ölreste sind sogleich mit Xylol oder Benzin abzuwischen. Das Mikrotom ist außerhalb der Gebrauchszeit mit einem passenden Holz-, Glas- oder Pappkasten zu bedecken. Staub oder Paraffinschnitzel dürfen nie durch Pusten, sondern stets durch Wischen mit einem sauberen Lappen oder Pinsel entfernt werden. Um das lästige Herunterfallen von mißlungenen Paraffinschnitten zu vermeiden, ist es beim Gebrauch wünschenswert, aus einem Kartonstückchen (Besuchskarte) ein Tellerchen mit einem für den Block passenden Ausschnitt und etwas aufgebogenen Rand über jenen zu schieben, auf ihm sammeln sich dann die Abfälle an.

Das Messer muß scharf und ohne Scharten sein, man zieht es vor dem Gebrauch nach der von R. Krause angegebenen Weise auf einem Zimmerschen Streichriemen folgendermaßen ab.

„Um eine möglichst gleichmäßige Herstellung der Schneidefazetten zu ermöglichen, wird dem Messerrücken ein geschlitztes Metallrohr aufgesetzt, dessen Dicke so gewählt ist, daß die untere Schneidefazette der Messerschneide gerade in der Tangente seiner äußeren Peripherie gelegen ist. Man legt dann das Messer mit seinem vorderen Ende auf das hintere dem Griff zunächst gelegene Ende des Streichriemens flach auf (Stellung *a* Abb. 40) und führt es mit dem Rücken voran über die ganze Länge des Riemens, und zwar in der Diagonale, so daß man mit dem Messergriff am vorderen Ende des Riemens anlangt (Stellung *b*). Dann wird das Messer über den Rücken umgedreht, so daß jetzt die Schneide nach vorn steht, dabei wird gleichzeitig das Messer senkrecht zur Längsachse des Riemens in die Stellung *c* gebracht, und nun wieder in der Diagonale nach hinten geführt (Stellung *d*). Während nun das Messer über den Rücken umgelegt wird, so daß die Schneide nach hinten sieht, gelangt es gleichzeitg wieder in die Anfangsstellung zurück. Während des Abziehens soll das Messer flach aufliegen und es soll kein Druck auf dasselbe ausgeübt werden. Man ziehe zunächst das Messer in der angegebenen Weise 5—6 mal auf Seite 2 des Riemens ab, dann ebenso oft auf Seite 3 und schließlich verleihen einige Touren auf Seite 4 der Messerschneide die nötige Politur."

Beim Schneiden ist das wichtigste Hilfsinstrument der feine Pinsel. Er muß stets gut zugespitzt und feucht sein. Man taucht ihn in ein neben dem Mikrotom stehendes Gläschen mit destilliertem Wasser und spitze ihn durch drehendes Abstreichen auf einem Stück vierfach zusammengelegten Filtrierpapiers. Niemals mit den Lippen oder mit Speichel zuspitzen! Die abgestoßenen Plattenepithelzellen aus der Mundhöhle verunzieren das Präparat und verraten das unsaubere Arbeiten. Beim Schneiden verhindert man das Krümmen und Brechen der Schnitte, indem man mit der Pinselspitze leicht dem Zuge des Messers an dem bereits abgetrennten Teile des Paraffinschnittes entgegenwirkt. Ist der Schnitt fertig, so wird er mit dem Pinsel abgenommen und auf die für ihn bestimmte Aufklebefläche übertragen.

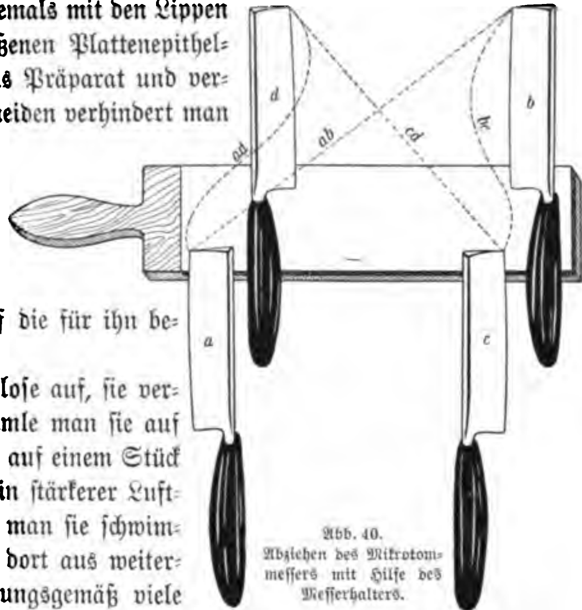


Abb. 40. Abziehen des Mikrotommessers mit Hilfe des Messerhalters.

Niemals hebe man Paraffinschnitte lose auf, sie verderben in 90 von 100 Fällen. Nie sammle man sie auf dem Messerblatt in größerer Zahl an oder auf einem Stück Papier. Ein unbedachter Atemzug oder ein stärkerer Luftzug entführt sie unweigerlich. Nie bringe man sie schwimmend auf eine Wasserfläche, um sie von dort aus weiterzubehandeln. Auch hierbei gehen erfahrungsgemäß viele Schnitte verloren.

Vielmehr bereite man sich die zur Aufnahme bestimmten Gläser oder Platten sorgfältig vor dem Beginn der eigentlichen Schneidearbeit vor.

Aufkleben der Paraffinschnitte.

Die zum Aufkleben der Präparate bestimmten Objekttäger sind aufs sauberste zu reinigen; für die aus den Schachteln frisch entnommenen Gläser reicht gebrauchter starker Alkohol hin. Benutzte Gläser müssen nötigenfalls noch mit einer schwachen Sodalösung, dann mit Wasser, zuletzt mit Alkohol behandelt werden.

Man lege unter den Objektträger eine Besuchskarte oder ein Kartonstück ähnlicher Größe, auf dem man die zu benutzenden Deckglasgrößen aufgezeichnet hat (Abb. 41). Dieser Rahmen darf nie voll ausgenutzt werden, da das Deckglas immer reichlich über die Präparate hinüberragen soll.

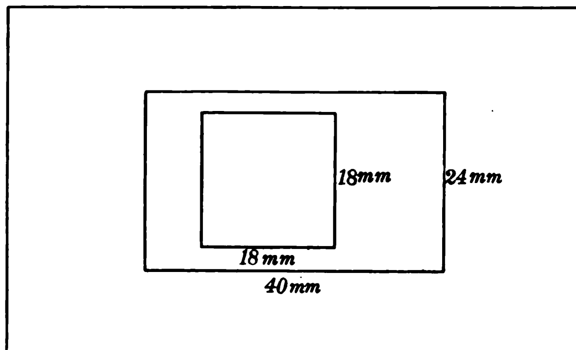


Abb. 41. Kartonblatt mit aufgezeichneten Deckglasgrößen.

Schnitte von durchgefärbten Blöcken, Injektionspräparate und andere derartige Objekte, die keiner weiteren Behandlung mehr bedürfen, werden auf dem Objektträger mit Nelkenölkollodium (s. S. 21) befestigt.

Man streicht auf die Objektträgermitte ein kleines Tröpfchen der Substanz dünn mit der Fingerbeere aus, legt den Schnitt auf und preßt ihn mit der sauberen trockenen Fingerbeere fest an. Man kann ihn dann im allgemeinen ohne Gefahr in Xylol vom Paraffin befreien und einschließen.

Eine sehr bequeme Methode, die rasches Aufkleben ermöglicht, besteht in folgendem. Ein Objektträger wird dünn mit Eiweißglyzerin bestrichen. Der Schnitt wird trocken möglichst ohne Falten, was nicht immer gelingt, aufgelegt, mit der trockenen sauberen Fingerbeere angepreßt und über der Spiritus- oder Bunsenflamme zum Schmelzen gebracht. Man bringt ihn in Xylol, dann die Alkoholreihe hinunter und kann ihn beliebig färben, nur sind sehr stark saure und sehr stark alkalische Lösungen tunlichst zu vermeiden.

Die beste und mustergültige Aufklebemethode ist das Aufkleben mit Wasser. Der Objektträger wird hauchdünn mit Eiweißglyzerin bestrichen. Jeder einzelne muß hierbei darauf achten, ob seine Epidermis die Neigung hat, stark abzuschuppen. In diesem Falle entstellen zahlreiche Hornschüppchen oft das Bild des Präparates. Statt des Fingers bediene man sich in diesem Fall zum Auftragen des Eiweißglyzerins eines sauberen Leinenläppchens. Auf die Glyzerinschicht kommt dann ein Tropfen destillierten Wassers, der sich gleichmäßig auf der ganzen Fläche ausbreiten muß. Die Wasserschicht muß so dünn sein, daß die Schnitte nicht frei herumschwimmen, und so dick, daß sie sich passiv mit der Pinselspitze leicht verschieben lassen. Man ordnet die Schnitte gleich in der zweckmäßigen Weise, d. h. so, daß nicht der Rücken eines Tieres nach links oder rechts oder eine Niere mit dem Hilus nach der Ober- oder Unterkante hin liegt. Im übrigen richtet man sich nach der besten Raumausnutzung der Deckglas- oder Objektträgerfläche (s. jedoch unten). Hat man alle Schnitte gut arrangiert, so breitet man sie glatt und faltenlos aus, indem man die Unterfläche des Objektträgers leicht erwärmt, und zwar in einem Abstande von mehreren Zentimetern über der Flammenspitze. Man bewegt dabei den Objektträger leicht hin und her. Niemals darf das Paraffin der Schnitte dabei schmelzen! Mit einem Ruck breiten sich die Schnitte glatt aus: sie „strecken" sich. Dabei beanspruchen sie mehr Raum als vorher, es ist daher bei der Zahl der aufzuklebenden Schnitte pro Flächeneinheit auf die oft nicht unbeträchtliche Flächenvergrößerung Rücksicht zu nehmen. Man mache es sich zur Regel, die beschickte Objektträgerseite sofort durch eine Bezeichnung des Präparates mit dem Schreibdiamanten oder dem Fettstift oder einem kleinen Stückchen eines Etiketts zu kennzeichnen. Dann wird es keine Verwechselung von Präparaten und kein Abwischen der Schnitte geben, wenn man beim Färben und Einschließen die richtige Seite nicht erkennt. Die Schnitte gelangen sodann in den Thermostataufsatz und müssen dort trocknen, was in etwa 12 Stunden sicher erreicht ist. Man kann sie aber genau ebensogut an einem beliebigen Orte, nur vor Staub gut geschützt, trocknen lassen. Man stellt zu diesem am besten einen Glas- oder Pappsturz darüber.

Glimmerplattenmethode.

Statt des Aufklebens auf Objektträger benutzt man praktisch für Übungszwecke mit größerer Teilnehmeranzahl und für die Errichtung einer Materialsammlung Glimmerplatten. Sie werden genau wie Objektträger mit Eiweißglyzerin eingerieben, mit Wasser bestrichen und mit den Paraffinschnitten beschickt. Zu diesen Prozeduren verwendet man am besten als Unterlage eine alte abgewaschene photographische 9 × 12 Platte, auf der man den Glimmer mit Hilfe einer dünnen Wasserschicht durch Adhäsion festhält. Auf dieser Platte liegend breitet man dann auch die Schnitte über der Flamme aus: ohne Glasunterlage wird der Glimmer meist zu heiß und wirft sich, oder die Schnitte schmelzen. Nach dem Trocknen im Thermostaten färbt man die Schnitte nach der gewünschten Methode und taucht sie aus dem Xylol in weiches Paraffin, was dann erstarrt. In dieser Weise mit Paraffin überzogen halten sich gefärbte und ungefärbte Präparate unbegrenzt lange Zeit unverändert. Man bewahrt sie in Objektträgerschachteln auf. Diese Methode wird im anatomisch biologischen Institut der Berliner Universität seit dem Jahre 1901 systematisch benutzt. Für die Verwendung im Kurse schneidet

man die notwendige Anzahl von Präparaten ab und löst das Paraffin in Xylol auf. Selbstverständlich lassen sich auch gefärbte Objektträgerschnitte derart aufbewahren; sie legt man am besten in Zigarettenschachteln von passender Größe, an deren Seite man Wellblechpappestreifen, wie sie vielfach zum Verpacken von Gegenständen verwandt werden, anklebt. In den Rillen der gegenüberliegenden Seiten liegen die Präparate ganz fest.

Einbettung in Zelloidin.

Sehr große Objekte, solche mit Bestandteilen von sehr verschiedener Konsistenz, sehr harte Präparate, die entkalkt oder entkieselt werden, nervöse Zentralorgane höherer Tiere, vor allem Gehirn und Rückenmark, solche sehr zarten Präparate, bei deren Studium jegliche Schrumpfung durch Hitzeverwendung vermieden werden soll, bettet man zweckmäßig in Zelloidin ein.

Vorbereitung: gute Entwässerung in absolutem Alkohol, mehrere Tage lang unter mehrfacher Erneuerung, gute Vorbehandlung mit einem Zwischenmittel aus gleichen Teilen Alcohol absolutus und Äther.

Die Präparate kommen in gut verschlossenen Gläsern in das dünne Zelloidin. Die Stammlösung (S. 20) wird mit dem Alkohol-Äther-Zwischenmittel bis auf einen Zelloidingehalt von etwa 1—2% verdünnt. Dies Zelloidin I besitze etwa die Konsistenz von dünnflüssigem Klebegummi. Nun verweilen sie je nach der Größe 1 Woche bis 1 Monat, für ganz kleine Objekte (Keimscheiben) reichen schon 2 bis 3 Tage aus. Von da werden sie dann in die dicke Zelloidinlösung (II) überführt: Stammlösung mit Alkoholäther verdünnt, auf eine Konzentration von 4—5% Zelloidin, von der Konsistenz nicht zu dickflüssigen Honigs. Hier verbleiben die Stücke wieder die gleiche Zeit wie in der dünnen. Die Stopfen müssen gut schließen, sonst verdunstet das Lösungsmittel und es bilden sich Häutchen auf der Lösung oder die ganze Lösung erstarrt gelatineartig. Nach Ablauf dieser Zeit bringt man die Objekte mit dem dicken Zelloidin in eine Glasdose, orientiert sie so, daß die künftige Schnittfläche dem Boden parallel steht, und gießt so viel Zelloidin auf, daß sicher auch nach dem Eintrocknen die Präparate nicht frei und trocken in die Luft hinausragen können. Viel Zelloidin zu nehmen ist keine Verschwendung, denn man kann es wieder benutzen. Zunächst läßt man die Schale einige Tage lang gut mit einem Glasdeckel verschlossen stehen, schiebt dann zwei Stückchen dünnen Karton unten den Deckel, so daß eine kleine Spalte zwischen Schalenrand und Deckel offen bleibt. Es kommt alles darauf an, daß das Lösungsmittel **langsam** verdunstet, schnelle Verdunstung läßt im Zelloidin Gasblasen entstehen, die den Block verderben. Hat das Zelloidin die Konsistenz von weichem Radiergummi angenommen, so umschneidet man das oder die Präparate mit einem scharfen Skalpell in passender Größe und Form (Abb. 42) und läßt sie noch eine Stunde in der gut zugedeckten Glasdose stehen, dann bringt man sie in 70%igen Alkohol, in dem sie unbegrenzte Zeit aufbewahrt werden können. Die Reste des Zelloidins trocknet man sorgfältig und benutzt sie zum Ansetzen einer neuen Lösung für weniger wichtige Zwecke, werfe sie aber nicht wieder in die Stammlösung zurück.

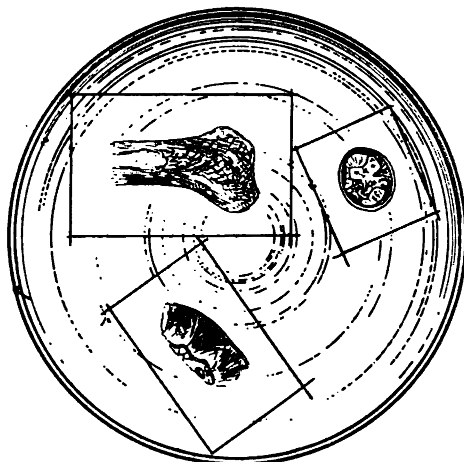


Abb. 42.
Zelloidineinbettungsschale: mit umschnittenen Präparaten.

Oft besitzen die Blöcke noch nicht die rechte Schnittkonsistenz, dann kann man sie **härten**

Man bringt die Blöcke in eine Chloroformatmosphäre: auf den Boden einer größeren Schale wird gebrauchtes Chloroform gegossen, der Block auf einem Glasklotz oder einem umgekehrten Schälchen hineingestellt und das Ganze gut verschlossen. Man kann auch die Schnittfähigkeit verbessern durch Zusatz von 5%igem Formol zum Aufbewahrungsalkohol oder man bringt die Blöcke auf 1—2 Tage in 10%iges wäßriges Formol.

Die so zugerichteten Blöcke werden auf kleine, passend mit der Säge zugeschnittene Stabilitklötzchen (Abb. 10, S. 5) mit geriffelter Oberfläche aufgeklebt. Diese Unebenheiten für das bessere Haften der Blöcke kann man mit der Stichsäge leicht in gewünschter Menge anbringen. Holzklötze verwende man nur, wenn man die Absicht hat, nach dem Schneiden unmittelbar den Block wieder von ihm abzulösen. Denn bei der Aufbewahrung der auf Holzklötzchen aufgeklebten Zelloidinblöcke lösen sich aus dem Holz Gerbsäuren der Harze, die den Block verderben.

Vor dem Aufblocken stelle man Präparat und Klötzchen mit der Unter- bzw. Oberfläche in eine Schale mit absolutem Alkohol, so daß sie etwa ½ cm tief eintauchen, und zwar etwa auf 10 Minuten in einem gut verschlossenen Gefäß. Auf die geriffelte Oberfläche des Klotzes bringt man mit dem Glasstab einen großen Tropfen dicken Zelloidins der Stammlösung, taucht den Block mit seiner durch den Alkohol erweichten Unterfläche eben dort hinein und preßt beide dann zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand fest aufeinander, während man mit einem Glasstabe dickes Zelloidin in dicker Schicht an der Grenze von Klotz und Block ringsherum auftürmt. Dann bleibt der aufgeklebte Block mindestens eine halbe Stunde an der Luft stehen und wird auf einen Tag wieder in den Alkohol zurückgebracht, oder jetzt in Chloroformdämpfen der Nachhärtung ausgesetzt.

Zum Schneiden der so aufgeklebten Zelloidinblöcke muß das Messer stets mit einem dicken Haarpinsel reichlich mit 70%igem Alkohohl befeuchtet werden, ebenso die Schnittfläche des Blockes. Das Messer wird schräg gestellt, so daß ein möglichst großer Teil der Schneide durch das Objekt hindurchgeführt wird. Es ist das Zelloidinmesser zu verwenden (S. 10). Die Schnitte werden mit Pinsel oder Pinzette in ein Schälchen mit 70%igem Alkohol überführt, können darin unbegrenzte Zeit aufbewahrt oder gleich weiterverarbeitet werden.

Man färbt sie entweder in Schälchen und bringt sie auf den Objektträger, um sie hier einzuschließen. Um das Zelloidin nicht aufzulösen und so den Zusammenhalt der Schnitte nicht zu stören, müssen der 95%ige und der absolute Alkohol, Äther und Nelkenöl vermieden werden. Zur Entwässerung benutzt man Karbol-Xylol.

Man kann indes die Zelloidinschnitte sehr bequem wie Paraffinschnitte auf den Objektträger aufkleben und so weiterbehandeln nach der Methode von Rubaschkin-Dantschakoff.

Man schneidet mit 60%igem Alkohol, bestreicht die Objektträger mit Eiweißglyzerin, ordnet die Schnitte dann auf dem Objektträger und glättet die Falten gut aus. Die Schnitte werden mit einer 4fachen Lage von Filtrierpapier vorsichtig angepreßt, indem man mit der linken Hand Papier und Objektträger unmittelbar auf die Tischplatte preßt und mit der rechten den Überschuß von Alkohol durch leichtes Andrücken entfernt. Jetzt träufelt man ein Gemisch von 2 Teilen Nelkenöl und 1 Teil Anilin oder auch reines Nelkenöl auf die Schnitte auf und läßt sie ruhig stehen, während man weiterschneidet, bis die Schnitte ganz glasklar und durchsichtig geworden sind, bringt den Objektträger sodann in 95%igen Alkohol, der mehrmals gewechselt wird, und kann sie jetzt wie Paraffinschnitte weiterbehandeln.

Kombinierte Paraffin-Zelloidineinbettung.

Die Schnittfähigkeit schlecht schneidbarer kleinerer Objekte, Korallen, Knochen usw. verbessert man in vorzüglichem Maße durch die Kombination des Zelloidin- mit dem Paraffinver-

fahren. Die Einbettung ist die gleiche wie bei Zelloidin bis zum Überführen in die dicke Lösung. Statt in diese bringt man die Stücke nach leichtem oberflächlichen Abtrocknen des dünnen Zelloidins in Chloroform und bettet sie in Paraffin ein.

Färbung der Präparate.

Der Zweck der Färbung der Präparate ist die Darstellung und Verdeutlichung einzelner Gewebebestandteile. Nur in wenigen Fällen gelingt es, unmittelbar durch Färbung Aufschluß über die Zusammensetzung aus chemischen Bestandteilen zu gewinnen, wenngleich diese mikrochemische Analyse im Grunde Ziel der mikroskopischen Präparation sein sollte.

Färbungen mit einer Farbe, Einfachfärbungen, bezwecken in der Regel die Verdeutlichung der Kerne (Kernfärbung). Mehrfache Färbung läßt — gewöhnlich in einem sehr kontrastierenden Farbton, — andere Zellen und Gewebsbestandteile (Protoplasma, Fasern bestimmter Art usw.) hervortreten.

Technisch kann man entweder die Farbstoffe nur so lange einwirken lassen, bis die gewünschte Wirkung erreicht ist: progressive Färbemethode; oder man färbt länger als dieser Effekt erfordert, man überfärbt und entzieht dem Objekte nachher durch geeignete Entfärbungsmittel den Farbstoffüberschuß: regressive Färbungen. Da hierbei die verschiedenen Gewebeteile in der Regel in verschiedenem Grade die Farbstoffe festhalten, lassen sich bei geschickter Anordnung leicht Farbendifferenzen im Präparat festhalten, daher nennt man diesen teilweisen Entfärbungsvorgang Differenzierung.

Unter den oft zu Färbungen verwandten Anilinfarben unterscheidet man saure oder basische, nicht nach ihrer chemischen Reaktion, sondern nach der chemischen Natur des Farbkörpers, der das färbende Prinzip in ihnen darstellt. Alle Salze einer Farbbase sind basische Farbstoffe, alle Salze einer Farbsäure sind saure Farbstoffe. Im allgemeinen färben jene die Kerne, diese das Protoplasma.

Die Färbung geschieht entweder durch unmittelbare Einwirkung des Farbstoffes auf das Gewebe — substantive Färbung — oder man läßt die eigentlich färbenden Stoffe erst im Gewebe selbst aus zwei oder mehr zusammentreffenden Substanzen sich bilden. Da man hierbei im allgemeinen außer dem Farbstoff noch eine andere Substanz mit einwirken läßt, bezeichnet man diese Färbung als adjektive Färbung, im Gegensatz zu der erstgenannten Methode, in der nur eine Substanz als farbgebender Körper in Betracht kommt. Man bereitet im allgemeinen das Gewebe durch eine Beize für den eigentlichen Färbeakt vor.

Auf die substantive Färbung bzw. die Differenzierung der regressiven Färbung folgt das Auswaschen des Präparates in einem geeigneten Mittel, im allgemeinen Alkohol oder Wasser, dann der Einschluß des Präparates.

Man färbt entweder die Stücke: Stückfärbung, oder die Schnitte: Schnittfärbung.

Für die Färbung von Paraffinschnitten baut man sich zweckmäßig eine Reihe der Färbefläschchen auf:

1. Xylol, 2. Absoluter Alkohol, 3. 95%iger Alkohol, 4. 70%iger Alkohol, 5. 50%iger Alkohol, 6. Aqua dest., 7. gewöhnliches Wasser, 8. Färbelösungen, Differenzierungsflüssigkeiten usw. In jedem Röhrchen verweilt der Objektträger die gegebene Zeit, es genügen für Xylol oder jeden Alkohol 1—2 Minuten. Beim Rückwege wischt man am besten mit dem sauberen Tuche Farbüberschuß, oder den dünnen Alkohol rings um das Präparat und auf der Rückseite ab, um nicht unnötig viel absoluten Alkohol zu verlieren oder die ganze Reihe mit Farbe zu verunreinigen. Die stets im Gebrauch befindlichen Gläschen sollen ihre feste Verwendung und Be-

zeichnung bekommen. Es ist praktisch, den bereits eine zeitlang gebrauchten absoluten als 95%igen Alkohol in der Reihe weiter zu benutzen und nur den absoluten, falls notwendig, zu ersetzen.

Färbungen für allgemeine Zwecke.

Nach Sublimat, Zenker, Helly und nach allen nicht OsO_4-haltigen Fixationsmitteln.

Karminfärbungen.

Stückfärbung mit Boraxkarmin. Aus dem 70%igen Alkohol kommen die Präparate je nach der Größe auf 2—8 Tage in die Farblösung, werden dann ebensolange in Salzsäurealkohol differenziert. Man gießt das Boraxkarmin in die Vorratsflasche zurück, läßt im Glase aber einen kleinen Rest der Farbe auf dem Präparat stehen, so daß der zugegossene salzsaure Alkohol schön weinrot aussieht. Man muß ihn ein oder zweimal wechseln. Boraxkarmin ist an sich keine Kernfärbung, erst bei der Verbindung mit HCl geht das Karmin an die Kerne heran. Nachbehandlung: 95%iger Alkohol, weitere Entwässerung und Einbettung.

Schnittfärbung mit Boraxkarmin. Schnitte und dünne Häutchen und kleine Totalpräparate aus 70%igem Alkohol 5—10 Minuten färben, ebensolange in HCl-Alkohol differenzieren, reiner Alkohol, entwässern usw.

Alaunkarmin: Schnitte aus Wasser auf 1 Stunde bis 24 Stunden in die Lösung bringen, Auswaschen in Wasser, Entwässern usw.

Doppelfärbungen: zur Nachfärbung für Karmin eignet sich:

1. Lichtgrün: Alkohol, Wasser, Lichtgrün: Vorratslösung 1:10 verdünnt auf ½—3 Minuten, gegebenenfalls auch länger. Nachbehandlung: starker Alkohol, völlige Entwässerung usw. 2. Bleu de Lyon, 3. Orange, 4. Indigokarmin, ebenso.

Statt der wäßrigen Nachfärbung kann man auch dem 85%igen Alkohol eine auszuprobierende Menge Farblösung zusetzen und so auf dem Wege zum absoluten Alkohol färben. Wollen diese Plasmafarben nicht gut anfärben, so setzt man der Lösung einige Tropfen HCl-Alkohol zu.

Hämatoxylinfärbungen.

Hämalaun, Hämatoxylin und Eisenhämatoxylin sind in der Regel vor dem Gebrauch zu filtrieren. Man überträgt die Schnitte aus Wasser in die Farben. Auf das Abspülen in destilliertem Wasser hat nach allen Hämatoxylinfärbungen ein leicht alkalisches Bläuungsbad zu folgen, entweder durch Stehenlassen in dem stets etwas alkalischen Leitungswasser oder durch Zufügen eines kleinen Schnitzelchens gewöhnlicher Seife zum Wasser oder durch einen kleinen Tropfen Ammoniak. Durch Ammoniak kann man auch Alkohol leicht alkalisch machen, und dadurch das zuweilen unangebrachte Wasser vermeiden, nur ist dann das Alkali jedesmal sorgfältig durch reines Wasser oder reinen Alkohol zu entfernen. Zweck ist reine Kernfärbung, deren Eintreten man beim Eisenhämatoxylin durch Zusatz von einem Tropfen Schwefelsäure begünstigen kann. Ist zu starke Färbung eingetreten, so kann man mit HCl-Alkohol differenzieren. Hierauf ist die Säure stets durch Alkali zu entfernen.

Eisenalaun-Hämatoxylin, nach Heidenhain, die beste und deutlichste Kernfärbung, besonders geeignet für alle feinen Zellstrukturen und für mikrophotographische Zwecke. Schnitte aus Aqua dest. auf zwei Stunden in Eisenalaun (Beizung), in Aqua dest. abspülen, 24 Stunden in Weigertsches Hämatoxylin, Abspülen in Aqua dest. Differenzieren in Eisenalaun. Man hält sich am besten zwei Gläschen mit Eisenalaun, wenn man oft und viel mit dieser Methode färbt, das eine zum Beizen, das andere zum Differenzieren. Ist das zweite sehr ausgebraucht (grau), dann nimmt man die Beizungsflüssigkeit zum Differenzieren und eine neue Lösung zum Beizen.

Die Differenzierung muß vorsichtig geschehen, zuerst geht sie langsam, graue Farbwolken schwimmen ab; sobald die Schnitte nicht mehr pechschwarz, sondern grau aussehen, unterbricht man die Differenzierung, indem man nun den Schnitt in Leitungswasser taucht, und kontrolliert unter dem Mikroskop. Ist der gewünschte Effekt, die reine Kernfärbung, noch nicht erreicht, so differenziert man in der Beize weiter, um dann wieder in das Leitungswasser zu gehen und zu kontrollieren. Niemals bringe man den Schnitt direkt aus dem Eisenalaun unter das Mikroskop, denn zuletzt geht die Entfärbung sehr schnell. Um den Prozeß zu verlangsamen, und bequemer kontrollieren zu können, kann man mit 1/2 bis 1/4%igem Eisenalaun fertig differenzieren. Es erfolgt nach beendeter Färbung Bläuung mit Alkali, Entwässerung usw.

Doppelfärbungen: nach Hämatoxylin: 1. Eosin, 2. Orange, 3. Säurefuchsin, in wäßriger oder alkoholischer Lösung, wie bei den Nachfärbungen nach Karmin. Nach Eisenalaun-Hämatoxylin gilbt auch Lichtgrün, Indigokarmin oder Bleu de Lyon hübsche Bilder. Diese Töne sind besonders geeignet für die Färbung bei mikrophotographisch wiederzugebenden Präparaten.

Dreifachfärbungen:

Färbung nach van Gieson: Hämalaun, Hämatoxylin, Eisenhämatoxylin, oder Eisenalaun-Hämatoxylin, für die Kerne, Wasser, Hansens Pikrofuchsin, 1/2 bis 1 Minute, 85%iger Alkohol, Entwässern usw. Die Pikrofuchsinnachfärbung differenziert die Hämatoxylinkernfärbung in geringem Grade, es ist also angebracht, etwas mit dem Kernfarbstoff zu überfärben bzw. also nicht ganz zu Ende zu differenzieren. Kerne blau, braun bzw. schwarz, Plasma gelblich, Muskeln, elastisches Gewebe gelb, fibrilläres Bindegewebe rot, Knorpel und Schleim blau-violett.

Färbung nach Cajal: aus Wasser in Magentarot 10 Minuten, Wasser, Eintauchen in Pikroindigokarmin, Alkohol 95%, Entwässern usw. Geeigneter als das zuweilen unsichere Magentarot ist zur Vorfärbung Eisenhämatoxylin oder Eisenalaun-Hämatoxylin, oder Boraxkarmin (Calleja). Die besten und farbenprächtigsten Resultate für allgemeine Zwecke und dazu mit einiger Übung ganz sichere Färbungen gibt die umgekehrte Cajalmethode. 10 Minuten bis beliebig lange in Pikroindigokarmin, dann ohne Abspülen in Wasser, direkt in Magentarot. Am besten stellt man sich zwei Färberöhrchen mit Magentarot zurecht, das zweite zum Wechseln, nachdem man im ersteren den gröbsten, sich bildenden Niederschlag abgespült hat. Ist die erste Lösung gar zu verschmutzt, ganz dick und undurchsichtig, so benutzt man die zweite Lösung als erste weiter und nimmt ein neues Röhrchen als zweite Lösung. Im Magentarot bleiben die Schnitte 10 Minuten bis beliebig lange, sie müssen dick-dunkelrot aussehen. Differenzieren in absolutem Alkohol, bis die grüne Farbe wieder leicht zum Vorschein kommt. Hat man sehr kurze Zeit in Magentarot gefärbt, so differenziert sehr schnell alles Rot heraus. Man kann in solchem Falle die ganze Prozedur vom Pikroindigokarmin ab wiederholen. Die Färbungen werden dann immer besser. Etwas langsamer differenziert noch Xylol weiter, wenn es schon viel Alkohol enthält, ein Kunstgriff, den man sich durch Anwendung eines Alkohol-Xylolgemisches zunutze machen kann. Kerne, Schleim, Knorpel leuchtend rot, Plasma graugrün, Muskeln gelbgrün, Elastika dunkelgrau-rot, fibrilläres Bindegewebe leuchtend blau.

Biondifärbung für Sublimat und Carnoypräparate. Die Stammlösung (s. S. 18) wird zur Färbung angesäuert und verdünnt.

Zur Ansäuerung empfiehlt R. Krause das folgende etwas approximative, aber in praxi sich vortrefflich bewährende Verfahren: „In einen 100 ccm Meßzylinder gibt man 1 ccm Essigsäure, füllt mit destilliertem Wasser auf 100 auf, mischt gut und gießt den Inhalt aus, dann genügen die an der Wand noch haftenden Säurespuren zur Ansäuerung völlig. In

einem zweiten kleinen Meßzylinder gießt man sich 5 ccm Stammlösung ab, spült sie mit destilliertem Wasser vollständig in dem angesäuerten Zylinder, füllt auf 50 auf und hat so die fertige Farblösung, die sich übrigens an die angegebenen Verdünnungen nicht sklavisch zu halten braucht."

In dieser Lösung färbt man die Schnitte aus Aqua dest. etwa 10 Minuten, bringt sie nach kurzem Abspülen in $^1/_2$%iger Essigsäure und „überträgt in 70%igen Alkohol, in dem starke Farbstoffwolken entweichen. Man soll den Aufenthalt in ihm nicht zu lange ausdehnen, sondern den Schnitt, sobald er rot geworden ist, durch absoluten Alkohol in Xylol übertragen".

Färbungen für besondere Zwecke.

Für Osmiumpräparate eignen sich als Methoden zur Kernfärbung:

1. Safranin: aus Alkohol auf 1 Stunde bis 1 Tag, Auswaschen in 95%igem Alkohol mit einer Spur Essig- oder Salzsäure, bis reine Kernfärbung eingetreten ist; Alcohol absolutus, Aufhellen usw.

2. Methylviolett, Gentianaviolett, Kristallviolett, am besten nach der Gramschen Methode. Aus Wasser in die Farblösung auf $^1/_2$ Stunde, Abspülen in 95%igem Alkohol, bis keine Farbwolken mehr abgehen, Eintauchen in Lugolsche Lösung, bis die Schnitte schwarz aussehen, Differenzieren in 95%igem Alkohol bis zur reinen Kernfärbung. Alcohol absolutus, Aufhellen usw.

Doppelfärbung: Safranin-Lichtgrün, nach der Differenzierung in sauerem Alkohol in Wasser, Lichtgrün, Alkohol 95%, Alcohol absolutus, Aufhellen usw. Lichtgrün differenziert etwas, darum darf man die Differenzierung der Kernfärbung im Alkohol-Essigsäure-Gemisch nicht ganz bis zum Ende treiben.

Will man Osmiumpräparate mit den gewöhnlichen Färbungen behandeln, so geht das ohne weiteres mit Eisenalaun-Hämatoxylin. Für die übrigen Methoden oxydiert man die Schnitte besser mit Wasserstoffsuperoxyd. Aus dem Alkohol kommen die Schnitte in 85%igem Alkohol 4 Teile, Wasserstoffsuperoxyd 1 Teil ins helle Licht, womöglich in die Sonne, auf einem weißen Teller oder auf weißem Papier stehend. Nach einer Stunde sind in der Regel die Schnitte gebleicht unter Einwickelung kleiner Sauerstoffbläschen. Es folgen Alkohol, Wasser und beliebige Färbung.

Vitale Färbung.

Färbung des überlebenden Gewebes findet besonders bei der Methylenblaumethode Anwendung (s. Nervensystem S. 62). Vitale Färbung der Zelleibseinschlüsse, Granula, zeigt man am besten an Amphibienlarven, deren Haut man nach Behandlung der lebenden ganzen Tiere in 0,01%iger Lösung von Neutralrot in gewöhnlichem Wasser betrachtet.

Injektionsmethoden.

Allgemeine Anwendung finden die Injektionsmethoden zur Darstellung der Verteilung der Blutgefäße in den Geweben. Bei den Wirbellosen suche man sich ein möglichst großes und möglichst zugängliches Gefäß aus, gelegentlich auch das Herz (*Helix*). Allgemeine Regeln lassen sich sehr schwer geben. Für Injektionspräparate bei Wirbeltieren kommen am häufigsten die Säuger in Betracht. Nicht zu große Katzen und große Kaninchen sind geeignete Materialien.

Als Injektionsmassen dienen gefärbte, in der Wärme flüssige Gelatinelösungen, die man von Grübler (Leipzig) fertig beziehen kann. Berlinerblau-Masse ist im allgemeinen recht brauchbar. Rote Massen sind schwerer zu haben. Die besten Rezepte zur Herstellnng dieser Massen s. bei R. Krause, Kursus der normalen Histologie S. 87. Im allgemeinen kann man mit der käuflichen blauen Masse auskommen.

Als Injektionsspritze ist eine Glasspritze mit Druckringstempel, von etwa 200 ccm Inhalt, empfehlenswert. Kanülen in passender Größe fertigt man sich am besten selbst aus Glasröhren an. Vorschrift nach R. Krause:

„Man wählt dazu ein Glasrohr von passendem Kaliber und erhitzt dasselbe unter beständigem Rotieren an einer Stelle mit einem kleinen Gasbrenner, einem sog. Mikrobrenner. Ist das Glas weich geworden, so wird es ein Stück weit ausgezogen und zwar um so weiter, je feiner die Kanüle werden soll. Nun schraubt man die Flamme ganz klein und erhitzt wieder unter Rotieren an der in Fig. 43*a* bezeichneten Stelle, zieht ein wenig aus und bildet so den Kanülenhals, erhitzt dann an der in Fig. 43*b* bezeichneten Stelle und zieht vollkommen aus, so daß der Kopf jetzt spitz ausgezogen ist. Nun schneidet man die Spitze (bei *c*) ganz dicht hinter dem Kopf mit der Glasfeile ab und schleift die Öffnung auf einem Abziehstein vollkommen glatt."

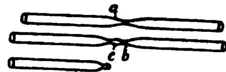


Abb. 43. Anfertigung einer Glaskanüle.

Das Tier wird getötet, aufgebunden, das Gefäß für allgemeine Injektionen, die Karotis, freigelegt und die mit physiologischer Kochsalzlösung oder mit 20%iger Glaubersalzlösung gefüllte Kanüle eingebunden. Das geschieht so, daß um das Gefäß, nachdem es gut freigelegt ist, eine doppelte feste Seidenfadenschlinge umgelegt wird. Nachdem die letztere durchschnitten, bleibt die eine Hälfte in der Hand des Operateurs und dient zum Halten des Gefäßes, die andere wird vom Assistenten zur lockeren Schlinge geschürzt. Nun schlitzt der Operateur die Gefäßwand in einer Länge von ca. 5 mm, schiebt die vorher mit warmer Kochsalzlösung oder noch besser mit 8%iger Lösung von Glaubersalz blasenfrei gefüllte und mit Schlauch und Zwischenstück verbundene Kanüle bei geschlossenem Hahn in den Schlitz ein und der Assistent bindet den Kanülenkopf mit der erwähnten Schlinge recht fest ein (R. Krause).

Von der Karotis injiziert man in der Regel so, daß der Strom herzwärts läuft. Durch den Injektionsdruck werden die Aortaklappen geschlossen und die Flüssigkeit läuft durch die Aorta in das Arteriensystem ein. Für die Injektion der Einzelorgane wählt man natürlich das entsprechende Gefäß aus, am besten allerdings den nächsten herzwärts gelegenen größeren Stamm. Gebiete, deren Füllung nicht erwünscht ist, kann man durch Arterienklammern abklemmen. Die Spritze füllt man zuerst mit körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung oder mit der angegebenen Glaubersalzlösung und spült das Blut aus den Gefäßen aus. Zum Ablauf öffnet man eine große Vene (Jugularis der Gegenseite), in die man eine weite Kanüle einbindet. Läuft aus dieser die Flüssigkeit nur noch schwachblutig aus, dann füllt man die Spritze wieder mit der im Wasserbade verflüssigten Injektionsmasse und injiziert ohne starken Druck. Kommt aus der Vene stark gefärbte Lösung, so klemmt man diesen Ablauf zu. Ist dem Augenschein nach das gewünschte Gefäßgebiet gut gefüllt, so klemmt man den die Glaskanüle mit dem Spitzenansatz verbindenden Gummischlauch ab. Das Tier kommt dann in eine große Wanne mit fließendem kaltem Wasser auf mindestens eine Stunde. Die Organe fixiert man am besten mit Alkohol oder Formalin, färbt die Stücke gegebenenfalls mit Boraxkarmin durch, bettet in nicht zu hartes Paraffin ein und schneidet 40—50 μ. Auch Gefrierschnitte geben gute Präparate. Von Darmzotten, von Muskeln stellt man sich Total- oder Zupfpräparate her.

Die Silberimprägnation

dient hauptsächlich zur Darstellung von Zellengrenzen und von Neurofibrillen. Die Methoden beruhen auf der Reduktion von salpetersaurem Silber im Lichte oder mittels chemischer Agenzien. Nähere Einzelheiten siehe bei geformtem Stützgewebe, Endothel und Nervensystem.

Vergoldung.

Die Goldmethoden sind wie die Silberverfahren Imprägnationsmethoden, **keine Färbungen**. Sie beruhen auf der Reduktion von löslichen Goldsalzen. Sie dienen **besonders** zur Darstellung von **Nervenfasern und ihren Endigungen** (S. 63), in **zweiter Linie** auch für den **Nachweis** von **Zellen und** deren **Verbindungen miteinander**. Anwendung: **geformtes Bindegewebe**, **Hornhaut** (S. 68) und **Muskelendplatten**.





Abb. 44 a und b. Sammelmappe und Sammelkasten.

Einschluß der Präparate.

Die ungefärbten oder gefärbten Präparate werden eingeschlossen: dazu dienen die Einschlußmittel, hauptsächlich das $^1/_3$-Glyzerin, Farrants Gemisch oder der Kanadabalsam. In Glyzerin können die Präparate unmittelbar aus Wasser übertragen werden, ebenso in Farrants Gemisch. Die Glyzerinpräparate werden mit Deckglaskitt umrandet. Man entfernt das unter dem Rand des Deckgläschens hervortretende Glyzerin sorgfältig, setzt mit dem stark erwärmten Lackspatel je einen Tropfen Lack an die vier Ecken des Präparates und verbindet sie mit dem aufs neue stark erwärmten Spatel durch eine Kittleiste, die mindestens 2 mm über den Deckglasrand nach innen wie nach außen übergreifen soll.

Für den Einschluß in Kanadabalsam müssen die Präparate wasserfrei gemacht werden. Gute Entwässerung der Präparate ist eine der wichtigsten Manipulationen! Man erkennt einen Wassergehalt an der im Zwischenmittel auftretenden Trübung, unter dem Mikroskop an den zahlreichen kleinen Wassertröpfchen im Präparat. Zur Entwässerung dient, wenn angängig, Trocknung an der Luft oder durch Hitze (Ausstrichpräparate) oder aber Wasserentzug durch Alcohol absolutus oder Karbolxylol. Alcohol absolutus mischt sich nicht mit Kanadabalsam (Demonstration: drei Tropfen Kanadabalsam auf einem Objektträger, zum ersten setzt man einen Tropfen Wasser, zum nächsten einen Tropfen Alcohol absolutus, zum dritten einen Tropfen Xylol oder Kajeputöl, die beiden ersten ergeben eine Schmiere, unter dem Mikroskop aus lauter feinen Wassertröpfchen bestehend, der dritte bleibt klar.) Es ist daher nötig, ein Zwischenmittel, Intermedium, anzuwenden, das sich mit Alkohol einerseits, mit dem Kanadabalsam anderseits mischen läßt. Dazu dient Xylol oder eines der ätherischen Öle, am besten Kajeputöl. Zum Einschluß wischt man sauber den Objektträger um das Präparat herum ab, setzt einen kleinen Tropfen Balsam auf das Präparat und legt vorsichtig ohne Luftblasen das Deckglas auf, indem man es mit der Präpariernadel stützend langsam niedersinken läßt. Es folgt Etikettierung und Aufbewahrung des Präparates



Abb. 45. Sammlungsschrank.

Zum Etikettieren verwende man dicke mit Syndetikon aufzuklebende Pappstückchen. Die Bezeichnung jedes Präparates soll alle Angaben enthalten, die über Herkunft und Behandlung Auskunft geben: Tierart, Fixation, Färbung. Am besten aber auch noch die Protokollnummer.

Die Aufbewahrung der Präparate erfolgt je nach den örtlichen Verhältnissen in Mappen oder Kästen (Abb. 44 *a* und *b*). Beide Arten sind in verschiedenen Ausführungen käuflich, beide aber lassen sich mit geringer Mühe aus Pappe leicht selbst herstellen. Für die Kästen, in denen Präparate aufbewahrt werden sollen, benutzt man feste Wellblechpappe als Seitenstreifen, die man an die Schachtelinnenseiten anklebt; in den Rillen der Pappe stehen die Objektträger ganz fest. Es ist zu beachten, daß frisch eingedeckte Präparate stets horizontal liegend aufbewahrt werden müssen. Die Kästen z. B. sind also buchartig auf die Kante zu stellen.



Abb. 46
Objektmarkierer.

Als Sammlungsschrank sind am meisten solche zu empfehlen, in denen die Präparate flach liegen, da sie das Aussuchen der Demonstrationsobjekte sehr erleichtern (Abb. 45).

Was die Ordnung der Sammlung anlangt, so verfahre man von Anfang an so, daß man in erster Reihe das zoologische System, in zweiter das System der Gewebe und Organe als Einteilungsprinzip zugrunde legt. Nötigenfalls kann man gerade bei mikroskopischen Präparaten auch zwei entsprechende Objekte in die Sammlung aufnehmen.

Sehr zu empfehlen ist die Bezeichnung von Stellen, die man wieder und wieder zu demonstrieren wünscht — Mitosen, besonders schöne typische Einzelheiten jeder Art: durch einen Tintenkreis auf der Rückseite des Objektträgers werden sie markiert. Noch besser ist es, einen Objektmarkierer (Abb. 46) anzuwenden. Er hat die Form eines mikroskopischem Objektivs, trägt eine Diamantspitze, die Kreise mit beliebig kleinem oder großem Radius auf dem Deckgläschen zu ziehen gestattet. Man stellt den betreffenden Punkt des Präparates genau in die Mitte des Gesichtsfeldes, schraubt dann die Linse los, oder wechselt mit dem Revolver die Linse gegen den Markierer aus. Man merkt sich dann die Stellung der kleinen Schraube *s* und dreht an dem mit Rändelung versehenen Stellring *r* den Markierer einmal herum, bis die Schraube wieder in ihre Ausgangsstellung zurückgekehrt ist.

Spezielle Methodik und Materialhinweise für die Untersuchung der Zellen, Gewebe und Organe des Tierkörpers.

Zellen.

Tierische Zellen zeigt man aus dem Speichel des Menschen, frisch und nach Hitzefixation mit Methylenblaufärbung: Plattenepithelzellen, Speichelkörperchen mit Brownscher Molekularbewegung, Mikroben.

Kerne: Abstrich-Präparate der Leber eines frisch getöteten Amphibiums. Blutkörperchen. Schnitte durch die Leber von *Triton* oder Salamander (Zenker, Hämatoxylin-Eosin).

Die Zentriolen, Zentrosome, Zentralkörperchen demonstriert man in der ruhenden Zelle am besten auf Schnitten durch den Rand der *Triton*- oder Axolotl-Leber in den lymphoiden Zellen der Randzone (Fixation: Zenker oder Sublimat-Eisessig, 97 : 3; Färbung: Heidenhains Eisenhämatoxylin). In der Mitose zeigt man sie weitaus am besten an den Teilungsfiguren des Eies von *Ascaris megalocephala* (s. Mitose S. 54).

Kernkörperchen: Eierstock mitsamt dem Fuß einer Muschel *Unio, Dreissena*: Fixation: Zenker, Färbung: Hämatoxylin-Eosin; sehr schöne Färbungen nach Fixation in Carnoy mit Biondi-Lösung gefärbt.

Vielkernige Zellen (Riesenzellen): Knochenmark (s. S. 58).

Protoplasma. Die Wabenstruktur demonstriert man gut an der Randzone des Seeigeleies. Fixation: Pikrinessigsäure (Pikrinsäure konzentriert wäßrig 100, Wasser 200, Eisessig 3.) Nachbehandlung: Alkohol 70%ig, Färbung: Boraxkarmin, Entwässerung, Aufhellen in Nelkenöl, Kanadabalsam.

Protoplasmabewegung: in der lebenden Zelle zeigt man sie an Pseudopodien von Foraminiferen (*Polystomella*) oder von Amöben oder den farblosen Blutkörperchen vom Frosch (s. amöboide Bewegung). Das schönste Objekt sind die Pigmentzellen der Hirnhaut von *Gobius* (Neapel), bei denen die Bewegung viele Stunden lang andauert (Ballowitz). Pflanzliche Objekte: *Tradescantia*-Staubfädenhaare; bei *Elodea* Zellen der Mittelrippe junger Blätter; bei *Chara* oder *Nitella* Strömung des Protoplasmas ohne Bewegung der Chlorophyllkörner. Gutes Licht, richtige Flüssigkeit, nicht zu kaltes Zimmer befördern die Schnelligkeit der Bewegung.

Amöboide Bewegung: Amöben oder farblose Blutkörperchen vom Frosch. Jene im Wasser, diese in einem Tropfen Blutes, das man aus der Wundfläche einer abgeschnittenen Zehe entnimmt, untersuchen. Beide Präparate tunlichst durch Umranden mit Vaselin oder Paraffin vor Verdunstung schützen.

Flimmerbewegung und Flimmerzellen. Material: Gaumenschleimhaut des Frosches oder Kiemen der Teichmuschel, Beobachtung im Leben. Zuvor: Makroskopische Demonstration des Transportes kleiner Partikelchen durch den Flimmerstrom. Man schabt mit dem Federmesser etwas Graphitpulver von der Bleistiftspitze auf die Gaumenschleimhaut des dekapitierten Frosches, nachdem man den Unterkiefer vom Oberkiefer abgetrennt hat. Auf der einen Seite bringt man den Graphitstaub in die Nähe des vorderen Kieferrandes, auf der anderen an den unteren Schnittrand des Präparates. Wandern der Teilchen von dem Vorder- nach dem Hinterrande, nicht umgekehrt. Man schneidet mit der kleinen scharfen Schere ein Stückchen der Schleimhaut aus, bringt es in einen großen Tropfen Kochsalzlösung auf den Objektträger und bedeckt es mit dem Deckgläschen. Am besten sieht man die Flimmerbewegung am Rande, wenn sich die Schleimhaut dort etwas eingerollt hat. Starke Vergrößerung. Kiemenepithel der Muscheln im Wasser betrachten. — Dauerpräparate: Isolationspräparate. Trachea vom Pferd, Schleimhautstückchen in $^1/_3$-Alkohol mazerieren, Einschluß in Farrants Gemisch. Schnittpräparate: Fuß einer Muschel *Dreissena, Unio*; in nicht zu großen Stücken mit dem darin enthaltenen Darm fixieren; die Kristallstielscheibe hat besonders schöne Flimmerzellen. Ösophagus vom Frosch, Nebenhoden vom Kaninchen, Trachea von Maus und Katze, Fixation: Flemming, Färbung mit Safranin-Lichtgrün. Oft, aber nicht so regelmäßig liefern die Zenkerpräparate schöne Bilder, Färben mit Eisenalaun-Hämatoxylin, Nachfärbung mit Magentarot und Pikroindigokarmin.

Geißelzellen: Labyrinth vom Querder, Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot; Spermien von Wirbeltieren, Beobachtung im Leben s. bei Spermien. Ausstrichpräparat einer Aufschwemmung in destilliertem Wasser, Hämatoxylin, Eosin.

Granula des Protoplasmas. An den grobgranulierten Blutkörperchen der Wirbeltiere frisch, gefärbt im Blutpräparat. Auf Schnitten durch das Pankreas (Zymogenkörperchen). (Altmanns Granulamethode s. spezielle Lehrbücher). Vitale Färbung der Granula des Protoplasmas bei Amphibienlarven in der Epidermis durch Neutralrot.

Zellenleib-Einschlüsse: Mitochondrien. Hühnerkeimscheiben von drei Tagen, fixiert mit Flemming, Färbung mit Eisenhämatoxylin.

Nebenkerne demonstriert man am besten aus dem Pankreas von *Triton* und Axolotl, Fixation in Flemming, Eisenalaun-Hämatoxylin, oder auch an Eizellen der Spinne (s. Arachniden).

Protoplasmafasern: Schnitte durch die Haut, z. B. vom Sohlenballen eines jungen Hundes oder einer jungen Katze. Fixation: Sublimat-Eisessig (100 : 3), Zedernöl-Einbettung, Färbung nach Gram.

Pigmente und Pigmentzellen: Demonstration am lebenden Objekt bei Amphibienlarven, jungen Knochenfischen (ältere Glasaale). Totaldauerpräparate gewinnt man leicht beim Ausziehen der Schuppen von Knochenfischen, die in Alkohol oder einer anderen Lösung konserviert sind, eindecken in Glyzerin. Schnitte von der Haut von Tintenfischen, kleinen Egeln, stark gefärbten Raupen, Haut vom Frosch. Pigment in Epithelzellen: Plattenepithel der Netzhaut (s. Auge S. 67), Pigment in Bindezellen (s. Auge S. 67).

Will man Pigmente entfärben, so bleicht man mit naszierendem Chlor, das aus chlorsaurem Kali (Bodensatz im Fläschchen) mit 95%igem Alkohol und einigen Tropfen Salzsäure entwickelt wird. Nachbehandlung mit Alkohol. Gleichgültig für die Struktur bleibt dieses eingreifende Verfahren nicht.

Schleim. Am besten eignen sich die Becherzellen des Dünndarms der Amphibien und Reptilien zum Nachweis von Schleim. Fixation: Sublimatessigsäure oder Carnoy; Färbung: mit Methylenblau, Bismarckbraun, Safranin oder Pikroindigokarmin-Magentarot.

Glykogen als Zelleneinschluß ist besonders leicht in embryonalen Organen zu demonstrieren, Wasser ist zu vermeiden. Embryonale Schweineleber, Fixieren in Alcohol absolutus, Schnitte 5—10 Minuten in Lugolscher Lösung behandeln, Entwässern in Alcohol absolutus, dem man etwas Jodtinktur zugesetzt hat, Origanumöl, Kanada; Präparate halten sie nicht. Glykogenfärbung nach Best, s. die Handbücher der Technik.

Horn. Demonstrationsschnitt von der Haut der Fußsohle, Nagel, am schönsten eine Pfote von einem älteren Hunde- oder Katzenembryo. Horn färbt sich gut mit Pikrinsäure: z. B. bei der van Gieson-Methode gelb. Mit Gram tiefblau, mit Safranin leuchtend rot.

Kalk ist doppelbrechend, stark glänzend, stark eckig, nie rundlich, kohlensaurer Kalk gibt beim Zusatz von Essigsäure Gasbläschen. Man zeigt ihn am besten am Oberschenkelkopf des Frosches, wo er auf Schnitten erscheint, wenn man die oberflächlichen Knorpelschichten abgetragen hat. Phosphorsaurer Kalk gibt keine Gasbläschen bei Säurezusatz. Beide färben sich in Hämatoxylin. Über Entkalkung s. S. 58.

Kieselsäure. Radiolarien oder Schwammnadeln. Demonstration der Widerstandsfähigkeit gegen Säure und Alkali. — Entkieseln: Flußsäure tropfenweise dem Alkohol zusetzen, in dem die Präparate liegen. Man überzieht Schälchen und Fläschchen innen mit einem Überzug von hartem Paraffin, das in geschmolzenem Zustande eingegossen und nach einigem Umschwenken wieder entleert wird. Nachbehandlung Alkohol.

Fett: Zerzupfungspräparate des Fettkörpers von *Triton* oder Frosch. Widerstandsfähigkeit gegen Essigsäure und Kalilauge. Fettfärbung s. Fettgewebe S. 58.

Eisen: Schnitte von Milz nach Alkoholfixation behandelt mit 1%iger HCl, unmittelbar darauf einige Tropfen gesättigter wäßriger Ferrozyankaliumlösung 5 Minuten. Wasser, Nachfärben mit Alaunkarmin. Entwässern. Einschluß in Kanadabalsam: Berliner-Blau-Reaktion.

Kutikularsubstanzen: Chitin zeigt man im Schnitt am besten von Myriopoden; als Totalpräparat: von Chitinteilen nach Isolation mit Kalilauge (s. Arthropoden). Erweichen

von Chitin als Hilfsmittel beim Schneiden (s. Arthropoden). — Kutikularbildungen beim Wirbeltier auf dem Schnitt durch den Dünndarm eines Frosches; Fixation: Zenker. Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin; bei Wirbellosen: Haut von *Ascaris*, Zenker, van Gieson.

Zell- und Kernteilung: Schöne Kernteilungsfiguren liefert die Morula des Forellenkeimes, Zenker, Eisenalaun-Hämatoxylin, Fuchsin (Präparation: s. Fischembryonen). Das schönste Objekt für die Demonstration der Kernteilung ist die erste Furchung des Eies vom Pferdespulwurm, *Ascaris megalocephala*. Die Weibchen sind kenntlich an ihrer bedeutenden Größe und Dicke gegenüber den Männchen. Sie werden in einer Präparatenschale mit warmer physiologischer Kochsalzlösung möglichst rasch nach dem Entleeren aus dem Pferdedarm bzw. nach möglichst schnellem Transport in einem Gefäß mit Pferdekot mit Nadeln aufgespannt. Das Vorderende ist an der Dreiläppchengestalt der Mundöffnung leicht erkenntlich. Eröffnung der Haut durch einen vorsichtigen Längsschnitt, der die an der Grenze des vorderen und mittleren Körperdrittels liegenden Geschlechtsöffnungen sorgfältig schonen soll. Man spannt durch Nadeln die Haut auseinander. Es quillt sofort das große Paket der Genitalröhren, beim Weibchen paarig, beim Männchen unpaar, hervor, darin inmitten der leicht grünlich gefärbte Darm. Man sucht sich vorsichtig die Stelle auf, wo unmittelbar in der Nähe der Geschlechtsöffnung die beiden dicken Uterusschläuche vereint in die Vagina, den unpaaren Abschnitt des Genitalrohres einmünden. Man unterbindet mit je einem Seidenfaden sowohl die Vagina wie in etwa 5 cm Entfernung die beiden Uteri, durchschneidet und tupft ein wenig von der hervorquellenden Eimasse auf den Objektträger. Die Eier befinden sich hier in der Regel in einem Stadium kurz vor der Zweiteilung und sind von einer dicken Eischale umgeben: sie dürfen nicht zerfallen und undurchsichtig aussehen. In einer feuchten Kammer mit einer Schale mit Wasser am Boden legt man auf ein Stabilitklötzchen den Objektträger mit dem Präparat und entnimmt der Eimasse an dem Schnittende alle paar Stunden einige Eier, um zu sehen, wie weit die Entwicklung gediehen ist, die in der Regel ungestört ihren Fortgang nimmt. Sieht man die Zelle im Innern der Eischale Semmelform annehmen, so ist der richtige Zeitpunkt erreicht. Je nach der Temperatur des Laboratoriums dauert es etwa 2—24 Stunden; kommt die Nacht störend dazwischen, so läßt sich durch Aufbewahrung in der Kälte die Entwicklung bequem aufhalten. Man legt die Uteri in eine große Quantität von Zojas Gemisch: Alcohol absolutus 80 ccm, Eisessig 20 ccm und ersetzt dieses Gemisch nach 2 Stunden durch reinen absoluten Alkohol, den man mehrere Male wechselt. Am nächsten Tage gießt man alle paar Stunden zu einer frischen Menge absoluten Alkohol 1, 2, 3, 5 Teile Chloroform, bis sich das Präparat schließlich in einem Gemisch von gleichen Teilen Alkohol und Chloroform befindet. Am nächsten Tage kommen die Stücke in 2 Teile Chloroform, 1 Teil Alcohol absolutus, dann in reines Chloroform und werden nun gut zugedeckt, in oder besser oben auf den Wärmeschrank gesetzt. Nach einiger Zeit beginnt man flüssiges weiches Paraffin zuzusetzen, so daß ganz allmählich die Stücke fast in reines weiches Paraffin gelangen. Dort bleiben sie zwei Stunden und werden dann nach zwei weiteren Stunden Aufenthalts in hartem Paraffin eingebettet, nachdem man die Fäden, an denen man die Stücke bisher transportiert hat, abgeschnitten hat. Schnitte nicht unter 15 bis 20 μ färben mit Eisenalaun-Hämatoxylin und Fuchsin. Die Eischale schrumpft leicht und entstellt die Präparate.

Salamander- und *Triton*larven, die man hell gehalten und gut gefüttert hat, fixiert man in Zenker oder Flemming. Nach dem Auswaschen zieht man im Wasser die Epidermis, die inneren Kiemenblättchen, das Bauchfell ab und färbt mit Hämatoxylin. Schnitte durch eingebettete Larven färbt man mit Pikroindigokarmin-Magentarot, Eisenalaun-Hämatoxylin-

Fuchsin. Schöne Zellteilungsbilder liefern die Hoden vom *Triton*, Salamander im Juli August, Fixation: Flemming, Färbung: Safranin-Lichtgrün oder Zenker, Eisenhämatoxylin-Fuchsin.

Gewebe.

Epithelien: Untersuchung im Leben: Schwanz der Kaulquappen oder *Triton*larven. Isolationspräparate: fein zerschnittene Schleimhautstücke von der Mundhöhle, vom Darm, von der Harnblase in $^1/_3$-Alkohol mazerieren.

Totalpräparate: Einschichtiges Plattenepithel: abgelöste Oberhaut vom Frosch. Man setzt Tags zuvor mehrere Frösche mit nicht zu viel Wasser in ein nicht zu großes Zuchtglas oder Einmacheglas und fischt die Epidermisfetzen heraus.

Endothel stellt man am besten durch Versilberung des Netzes von jungen Katzen dar. Metallinstrumente vermeiden! Auspräparieren und Aufspannen auf Wachsplatten mit Igelstacheln, 0,75%ige Silbernitratlösung auf 10 Minuten im Dunkeln, Abspülen mit Aqua dest. In Aqua dest. in die Sonne oder helles diffuses Tageslicht stellen, kontrollieren, ob die Zellgrenzen geschwärzt sind, Abspülen mit Wasser, Nachfärben der Kerne mit Hämatoxylin, Alkohol, Entwässerung, einschließen.

Zylinderepithel: Schnitte durch den Darm des Pferdespulwurmes. Zenker, Eisenhämatoxylin-Orange. Flimmerepithel: Ösophagus vom Frosch, Carnoy, Pikroindigokarmin-Magentarot. Geschichtetes Plattenepithel: Schnitt durch die Speiseröhre der Maus, Zenker, Hämatoxylin-Eosin.

Schlußleistennetz: schönstes Objekt Darm von *Ascaris megalocephala*, Zenker; Eisenalaun-Hämatoxylin-Fuchsin. Schiefe Schnitte, die das Epithel halbflach treffen, sind die günstigsten.

Interzellularlücken und -brücken: Präparate der Epidermis junger Amphibienlarven im Leben, Haut der Säugetiere im Stratum dentatum, Zenker, Eisenalaun-Hämatoxylin oder Gram.

Drüsen. Untersuchung im Leben: Nickhaut des Frosches in physiologischer Kochsalzlösung untersuchen. Schleimdrüsen. — Zur Isolation der Drüsenröhrchen oder -bläschen legt man Stücke einer drüsenhaltigen Schleimhaut (Magen) oder eines Drüsenkörpers (Speicheldrüse) auf kurze Zeit, etwa 1—2 Stunden, in konzentrierte Salpetersäure, die das Stützgewebe zum Quellen bringt und nach vollendeter Einwirkung das Zerschütteln oder Zerzupfen der Drüsen zu Totalpräparaten gestattet.

Einzellige Drüsen: Kriechfuß, Haut von Mollusken, Darmepithel von Amphibien, ferner in der Haut z. B. der Goldafterraupe einzellige Giftdrüsen. Einfache alveoläre Drüsen: Haut vom Frosch; einfache tubulöse Drüsen: Magen eines Säugetieres, Fundusgegend quer und längs. Zusammengesetzte Drüsen: Niere, Milchdrüse von einem Wirbeltier. Ausführungsgänge im Drüsengewebe: Speicheldrüsen, Submaxillaris oder Parotis von Hund und Katze, Kaninchen oder einem anderen Säugetier. Zellenkörnchen in der Drüse: Pankreas vom Säugetier. Verschiedene Arten von Drüsenzellen: Leber vom Krebs, Speicheldrüse von *Helix*. Sekret in Drüsengängen: Spinndrüsen einer Spinne. Drüsen ohne Ausführungsgang: Schilddrüse eines Säugetiers (Kolloid). Nebenniere. Allgemeine Fixation: Zenker oder Sublimat-Eisessig; Färbung: van Gieson oder Pikroindigokarmin-Magentarot.

Bindesubstanzgewebe. Zur Darstellung der verschiedenen Formen der Bindesubstanz wähle man: 1. für Gallertgewebe, embryonales Stützgewebe, lebend: Flossensaum von Amphibienlarven; Dauerpräparate: Einlegen in Müllersche Flüssigkeit für einen Tag, Wasser, Abpinseln des Epithels unter Wasser auf Objektträger. Man faßt den Kopf mit einer Pinzette

und streicht mit dem dicken Pinsel ganz sanft vom Kopf zum Schwanze hin, kehrt das Tier um und wiederholt das gleiche auf der andern Seite. Man kann ungefärbt in Glyzerin einschließen oder vorsichtig mit Hämalaun färben, entwässern, aufhellen und mit Kanadabalsam einschließen. Totalpräparate: Ältere Gastrula von Echinodermen, Pikrinessigsäure; Alaunkarmin. Schnittpräparate: Vorderstes Kopfende von Haiembryonen; Zenker, Boraxkarmin, Lichtgrün. Nabelschnur vom Schweineembryo, etwa 10—15 cm lang, Menschenembryo 3—4 Monate.

Schnitte durch junge Hühnerembryonen, etwa 3—4 Tage alt, oder Schweine- oder Kaninchenembryonen, jene etwa 3—4, diese 1 cm lang. Pikrinessigsublimat, Boraxkarmin, Lichtgrün.

2. Fibrilläres Stützgewebe zeigt man am überlebenden Objekt aus dem Unterhautgewebe von Säugetieren mit Hilfe des Ranvierschen Ödems (s. S. 34). Zur Färbung der Bindefasern (Kollagen) verwendet man: a) die Pikrofuchsinlösung mit oder ohne Vorfärbung mit Hämatoxylin (van Gieson): Muskeln, Elastika, Plasma gelb, fibrilläre Bindefasern rot, Kerne braun, b) die Pikroindigokarmin-Magenta-Methode: Muskeln, Plasma gelbgrün, Kerne rot, fibrilläre Bindefasern leuchtend blau. Geformtes fibrilläres Stützgewebe: Sehnen gewinnt man aus Stücken des Ratten- oder Mauseschwanzes, aus dem man mit der spitzen Pinzette die atlasweißglänzenden Fasern herauszieht. Beobachtung in frischem Zustande, Quellung bei Zusatz von Essigsäure. Auch kann man von getrockneten Sehnen des Kalbsfußes durch Abschnitzeln mit dem Skalpell in der Querrichtung und Aufweichen in Wasser hübsche Bilder erhalten. Gefrierschnitte der Achillessehne von Katze und Hund liefern mit Hämatoxylin gefärbt hübsche Übersichtsbilder. — Elastische Fasern: Demonstration am frischen Präparat, im Unterhautstützgewebe; durch Zusatz von Essigsäure oder Kalilauge quellen die Bindefasern, die elastischen Fasern bleiben meist als korkzieherartige gewundene Gebilde, stark glänzende und lichtbrechende, sich verzweigende, einzeln verlaufende Fasern übrig. Ein Stück Nackenband vom Rind wird in Kalilauge gelegt, nach einer $^1/_2$ Stunde zerzupft. Die elastischen Fasern sind isoliert, man neutralisiert mit 50%iger Essigsäure, wäscht in Wasser aus, schließt in Glyzerin ein. Vom Nackenband, das in 85%igem Alkohol in halbfingerlangen fingerdicken Streifen aufbewahrt wird, kann man mit dem Rasiermesser feine Querschnitte anfertigen. Färbung nach van Gieson. Elastika gelb, Bindefibrillen rot. Demonstration feiner elastischer Fasern im Schnittbilde am besten in Lunge und Gefäßen oder in der Haut. Fixation: Alkohol, Färbung: Stückfärbung in Boraxkarmin, Schnittfärbung mit Kresofuchsin $^1/_2$ Stunde, Alkohol, auswaschen, Wasser, Pikrofuchsin (Hansen), $^1/_2$ Minute, Alkohol, Xylol, Kanadabalsam. Kerne rot, Elastika blauschwarz, Muskeln gelb, Bindegewebe leuchtend rot, oder: Färbung mit Orzeïn 2 Stunden, Auswaschen mit Alkohol, gegebenenfalls Differenzieren mit Salzsäurealkohol, Nachfärben mit Pikroindigokarmin. (Siehe auch Gefäße S. 70.) Schöne Präparate von vesikulösem Stützgewebe liefern Gefrierschnitte durch die Achillessehne von Frosch nach Formalinkonservierung, Hämatoxylin.

Knorpel. Hyaliner Knorpel: Kopfknorpel von Tintenfischen (Neapel), Zenker oder auch Alkohol; Knorpel vom Oberschenkelkopf des Frosches, frisch mit dem trockenen Rasiermesser schneiden, in Kochsalzlösung betrachten. In den tieferen Schichten treten körnig-kristallinische Kalksalze auf, löslich bei Säurezusatz. Dauerpräparate: Alkohol, färben mit Boraxkarmin, Salzsäurealkohol, Wasser, Hämatoxylin, Wasser, entwässern, aufhellen, Kanadabalsam. Andere geeignete Materialien für Freihandschnitte sind die Rippenknorpel von kleinen Tieren, entweder frisch oder in 95%igem Alkohol fixiert. Paraffinpräparate am schönsten vom Kopf älterer Haifischembryonen, junger Salamanderlarven, Schweineembryonen von 3—4 cm, Fixation Zenker, Färbung: 1. Durchfärbung mit Boraxkarmin, Schnittfärbung mit Bismarck-

braun, starker Alkohol, Wasser, Lichtgrün, starker Alkohol, entwässern, aufhellen usw. Man soll darauf achten, daß die Braunfärbung die roten Kerne nicht verdeckt. 2. Durchfärbung mit Boraxkarmin, Schnittfärbung mit Methylenblau, Methylgrün oder Toluidinblau, Auswaschen mit Wasser, Entwässern usw. Bei Methylenblaufärbung kann man mit Pikrofuchsin nachfärben, bei Toluidinblau schön mit Orange. Für die Färbung von Knorpelgrundsubstanz mit Methylenblau verdünnt man die Lösung stark und stumpft praktisch das Alkali durch Zusatz einer 1%igen Salzsäurelösung ab oder man bereitet sich eine schwache, leicht bläuliche Lösung von 1:10000 frisch und säuert sie schwach an. 3. Boraxkarmin und Schnittfärbung mit Hämatoxylin, Nachfärbung mit Orange. 4. Die schönsten Knorpelfärbungen erhält man an den mit Boraxkarmin durchgefärbten Objekten mit der Pikroindigokarmin-Magentarotfärbung. Allen diesen Färbemethoden ist gemeinsam, daß die basische oder Kernfarbe stark die Grundsubstanz des Knorpels, die saure Plasmafarbe die gegebenenfalls vorhandene Knochensubstanz färbt.

Elastischer Knorpel. Material: Knorpel des Pferdeohrs, frisch oder in 95%igem Alkohol fixiert, in 85%igem aufgehoben; frische Schnitte mit dem Rasiermesser oder Schnitte mit dem Gefriermikrotom aus eben diesem in Formalin fixierten Material; Färbung der Elastika mit Kresofuchsin, gegebenenfalls nach Durchfärbung mit Boraxkarmin. Für feinere Paraffinschnitte ist ein geeignetes Material die Epiglottis von Affe und Mensch, aber auch von anderen Säugetieren. Fixation in Zenker, Färbung mit Kresofuchsin oder Orzeïn.

Bindegewebeknorpel. Zwischenwirbelscheiben vom Pferd und Rind in 95%igem Alkohol fixiert, Rasiermesserschnitte, Gefrierschnitte, Zelloidinschnitte, Färbung nach van Gieson.

Knochen. Untersuchung im Leben: die Nasenmuscheln der Ratte sind, von der Schleimhaut befreit, so zart und durchsichtig, daß man im Leben alle Einzelheiten der Struktur gut sehen kann.

Knochenschliffe. Aus einem beliebigen mazerierten Knochen stellt man sich mit der Laubsäge dünne, etwa 1—1,5 mm dicke Knochenplättchen her, am besten sägt man nebeneinander in den Knochen etwa ½ cm tief 20—30 Kerbschnitte in passendem Abstand hinein und bricht dann die einzelnen Zähnchen dieses Knochenkammes mit der Pinzette ab. Sie werden auf alte kleine Flaschenkorke mit etwas erwärmtem Siegellack aufgeklebt und dann auf einem mit Wasser befeuchteten Schleifstein geschliffen. Sieht man den roten Siegellack deutlich durchschimmern, so sprengt man mit dem Federmesser den Schliff ab und schleift ihn auf der Klebeseite glatt und dünn, indem man mit der Fingerbeere den Schliff auf dem Stein hin und her reibt. Schneller geht es, wenn man das Knochenplättchen zwischen zwei Steinen behandelt. Das Schleifwasser ist dabei häufig zu erneuern. Der Schliff muß in nassem Zustande so dünn sein, daß man Druckschrift deutlich durch ihn lesen kann (statt der Schleifsteine kann man auch feine Feilen benutzen; dazu klebt man den Schliff mit etwas hartem erwärmtem Kanadabalsam auf ein Stück Holz auf). Der Schnitt wird durch Alkohol gereinigt (wenn er aufgeklebt war, mit Xylol abgelöst) und auf einem Objektträger oder einem Lederlappen, den man mit der linken Hand straff gespannt hält, gut poliert und zwar auf beiden Seiten. Ist der Schliff gut gelungen, die Struktur der Knochenhöhlen- und kanälchen sichtbar, so schließt man ihn trocken zwischen Objektträger und Deckglas ein, das man mit Deckglaskitt befestigt. Weniger gut geratene Präparate kann man durch Einschluß in Kanadabalsam etwas verbessern. Man nehme ein erbsengroßes Stück des harten Kanadabalsams (man kann sich durch Verdunstenlassen des Lösungsmittels, des Xylols, diesen leicht herstellen, wenn man ihn nicht vorrätig hat), erwärme ihn bis zum Schmelzen vorsichtig über der Spiritusflamme und warte, bis er eben wieder zu erstarren beginnt. Luftbläschen entferne man durch die Spitze einer erhitzten Nadel oder am besten so, daß man durch Neigung des Glases

eine von Luftblasen freie Stelle des Balsams zu gewinnen versucht. In diese Partie lege man den Schliff mit einer Nadel hinein, die man einmal in den Balsam eintaucht, damit der Schliff an ihr hafte. Nachdem die eine Fläche benetzt war, kehre man den Schliff um und lege ein schwach erwärmtes Deckgläschen auf, das man kräftig mit dem Stiel der Nadel anpreßt, um die Luftbläschen aus der Nähe des Schliffs zu verdrängen. An kleinen Spongiosabälkchen, die man ebenso einschließt, kann man die Knochenschichten ohne Schleifen gut demonstrieren.

Entkalkte Präparate: Rasiermesserschnitte von einem in 10%iger alkoholischer Salpetersäure entkalkten frischen Knochen, Einschluß in Farrants Gemisch. Kleine Knochenstücke nach Fixation in Trichloruranazetat, oder: Zenker, Trichloressigsäure, Zelloidin-Einbettung. Die Entkalkung mit 10%iger Trichloressigsäure findet unmittelbar nach dem Auswaschen des Objektes in Wasser statt. Den Erfolg prüft man durch Einstechen einer Nadel oder Einschneiden mit dem Rasiermesser an einer unwichtigen Stelle. Objekte, die bereits in Alkohol gelegen haben, kann man schlecht oder gar nicht mit Trichloressigsäure entkalken. Man wendet dann 10%ige Salpetersäure in 85%igem Alkohol an. Aus diesen Präparaten muß die Säure gut ausgewaschen werden, entweder durch häufiges Erneuern des Alkohols oder durch Behandlung in 5%iger Alaunlösung. Salpetersäure hindert die Färbung beträchtlich.

Knochenentwicklung: Femur, Humerus junger Tiere oder älterer Feten. Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot; oder: Boraxkarmindurchfärbung und eine der oben genannten Knorpelmethoden. Längsschnitt durch die Knorpelknochengrenze untersuchen. Belegknochenbildung am Unterkiefer älterer, 4—6 cm langer Schweineembryonen. Fixation und Färbung wie oben.

Für die Behandlung der **Zähne** gelten die gleichen Vorschriften. Zahnentwicklung am Unter- und Oberkiefer junger und älterer Schweineembryonen, Zahnleiste bei 4 cm, Zahnsäckchen bei 5—6 cm, Beginn der Dentinbildung bei neugeborenen Tieren oder älteren Feten der Katze.

Zähne der Wirbellosen: Die Laterne des Aristoteles gibt nach Fixation und Entkalkung in Trichloruranazetat, gefärbt mit Pikroindigokarmin und Magentarot, prächtige Schnittbilder von kleinen Seeigeln (Helgoland).

Lymphoides Gewebe. Lymphknoten, aus dem Gekröse eines Säugetiers, Milz, Thymus eines jungen Tieres, Knochenmark junger Tiere oder von einem kleinen Knochen eines älteren. Fixation: Zenker, Hämatoxylin-Eosin. Retikulumpräparat: Gefrierschnitt einer frischen Lymphdrüse, 50 μ dick, Ausschütteln in Reagenzglas mit öfters gewechseltem Wasser, Ausstrecken auf dem Objektträger, Alkohol, van Gieson.

Man schneidet von einem jungen Tiere, Katze oder Kaninchen, den Oberschenkel der Länge nach mitten durch, entnehme mit dem Messer ein Stückchen Knochenmark und färbe Ausstriche nach den Blutmethoden (s. S. 60).

Fettgewebe. Beobachtung im frischen Zustande aus den Fettadern um die Gefäße des Netzes oder Mesenteriums kleiner Säugetiere oder aus dem Unterhautgewebe nach der Methode des Ranvierschen Ödems. Beobachten in Kochsalzlösung. Farbige Fette: Zerzupfungspräparate in Kochsalz, aus dem Fettkörper vom *Triton* oder *Rana*, Dauerpräparate: man hebe sich von Sektionen ein Mesenterium oder ein Netz von einer jungen Katze oder sonst einem jungen Säugetier in 10%igem Formalin auf und benutze dieses zu Dauerpräparaten, besonders für die Fettfärbung. Für Schnittpräparate: in Flemming fixiertes, nicht zu stark fetthaltiges Unterhautgewebe, besonders die der Umgebung von Gefäßen. Schön sind die Fettzellen auf Querschnitten vom *Petromyzon* zu sehen, die in Flemming fixiert sind. Leber bei einem in der Verdauung begriffenen Tiere, etwa 2—3 Stunden nach der Nahrungsaufnahme; Fixation: Formalin, Fettfärbung an Gefrierschnitten.

Fett, besser Öl — denn in den Zellen ist das Fett bei Körpertemperatur flüssig — läßt sich erkennen: 1. durch das starke Lichtbrechungsvermögen und starken Glanz, 2. durch Widerstandsfähigkeit gegen Essigsäure und Kalilauge; Eiweißkörnchen lösen sich auf, Fettkörnchen bleiben unverändert, 3. durch das starke Reduktionsvermögen, erkennbar an der Reduktion von osmiumhaltigen Flüssigkeiten, die besonders bei nachfolgender Alkoholbehandlung das Fett intensiv schwärzen, 4. durch die Eigenschaft mancher Farbstoffe, sich in ihnen stärker zu lösen als in Alkohol. Nach dem Gesetze der Verteilung entzieht ein besseres Lösungsmittel dem schlechteren gelösten Stoff zum größten Teil. Ausschüttelreaktionen demonstrieren an stark verdünnter Lugolscher Lösung, d. h. wäßriger, brauner Jodlösung, die man mit etwas Chloroform im Reagenzglas schüttelt. Das Jod geht ins Chloroform und löst sich dort mit violetter Farbe, das Wasser wird nahezu entfärbt. Schüttelt man in der gleichen Weise etwas Maschinenöl oder Olivenöl mit Scharlach R oder Sudan, so kann man die Rot- oder Gelbfärbung des Öles nach dem Absetzen der Emulsion nach einiger Zeit schön demonstrieren. Zur Färbung kommen fetthaltige Gewebe in Wasser, dann in das stets gut zuzudeckende Schälchen mit Scharlach R oder Sudan. Läßt man die Farbstoffe auch nur kurze Zeit offen, so fallen Farbstoffkristalle aus, die das Bild stören. Nach 10 Minuten abspülen in Wasser, Glyzerineinschluß. Doppelfärbung: Vorfärbung mit Hämatoxylin oder Methylenblau.[1])

Blut. Untersuchung im frischen Zustande: die Fingerbeere des linken Zeigefingers wird sorgfältig gewaschen, abgetrocknet und mit einem Wattebausch mit absolutem Alkohol gut abgerieben. Mit einem raschen Stich mittels einer sauberen unbenutzten Präpariernadel (oder auch einem besonderen Instrument, dem Schnepper), die man zuvor in der Spiritusflamme ausgeglüht hat und die wieder erkaltet ist, bringt man sich eine kleine Wunde bei, aus der man ohne Drücken einen Blutstropfen hervorquellen läßt. Rasch wird der erste Tropfen mit einem sauberen Gazebausch abgewischt, der zweite Tropfen auf einen gereinigten Objektträger gesetzt, schnell mit einem Deckglas bedeckt, das man mit Vaseline einrandet. Blut vom Frosch entnimmt man am besten aus der Schnittwunde eines gut abgetrockneten, mit scharfer Schere abgetrennten Zehenstückes, für eine größere Anzahl von Teilnehmern aus dem Herzen eines mit Äther getöteten Tieres, nach der Eröffnung der Brusthöhle und des Herzbeutels. Beobachtung der amöboiden Bewegung der Leukozyten. Blut von Ratte und Maus entnimmt man in dieser Weise nach Abschneiden der äußersten Schwanzspitze, mit einer scharfen Schere, oder aus der Ohrvene des Kaninchens, die man herzwärts an der Einstichstelle mit dem Finger abklemmt. In jedem Falle ist die betreffende Körperstelle vorher gut zu reinigen. Blut von niederen Tieren entnimmt man am besten aus recht zarten blutreichen Organen, Kiemen usw.

Untersuchung des Blutkreislaufes: ausgezeichnete Objekte für die Frühjahrsmonate sind die Schwänze von Kaulquappen und die jungen Larven von Molchen. Man narkotisiert die Tiere, indem man einer nicht zu großen Quantität Wassers einige ccm einer 10%igen Lösung von Cocainum muriaticum (Apotheke, Gift!) zusetzt; nach einiger Zeit, die man sorgfältig abpassen muß, reagieren die Tiere nicht mehr auf Berührung. Ist das eingetreten, so entfernt man die Kokainlösung, und ersetzt sie durch gewöhnliches Wasser. Hat man eine große Anzahl von Kaulquappen gleichzeitig zu narkotisieren, so gießt man sie am besten durch ein kleines Aquariumfangnetz und spült sie aus diesem in eine Schale mit reinem Wasser hinein. Man kann jetzt wohl eine halbe Stunde lang ruhig auf dem Objektträger die Zirkulation beobachten, zuerst ohne Deckglas mit schwacher Vergrößerung, Aufsuchen von Arterien

1) Eine vollkommen mikrochemische Analyse für Fette oder fettartige Substanzen haben Fauré-Frémiet, Mayer, Schaeffer gegeben, Archives d'Anatomie microscopique vol. XII, 1910 S. 19—102.

Venen und Kapillaren. Dann bedeckt man die Schwanzspitze lose unter Zusatz von viel Wasser mit einem gestützten Deckgläschen und kann jetzt auch mit stärkerer Vergrößerung (Leitz Objektiv 6, Zeiß Objektiv D) die Blutelemente in ihrer Bewegung studieren. Einstellung von Verzweigungsstellen von Kapillaren. Im Winter dient am besten die Schwimmhaut des Frosches zur Demonstration. Aus weichem Zigarrenkistenholz säge man eine viereckige Platte und versehe sie an einer Ecke, 2 cm von den Rändern entfernt, mit einer kreisförmigen Durchbohrung. An der gegenüberliegenden Seite wird eine senkrechte Stützleiste angebracht, die so hoch ist wie der Objekttisch des zu benutzenden Mikroskops. Die Platte muß fest stehen, auf der einen Seite auf dem Objekttisch ruhen, auf der anderen auf dem Stützfuß. An den drei übrigen Ecken wird je ein kurzer, kräftiger Nagel schräg eingeschlagen (Abb. 47). Man narkotisiere den Frosch gut mit Äther, halte ihn auch während der ganzen Beobachtung sorgfältig in Narkose, damit er nicht durch unzeitige Bewegung die Untersuchung störe. Man bindet die beiden Arme des auf dem Bauche liegenden Tieres an den Nägelchen der Stützleistenseite fest, den linken Hinterfuß an den Nagel der gegenüberliegenden Kante und steckt endlich unter nicht zu starkem Ziehen die Zehen des rechten Fußes in gespreiztem Zustande so am Rande der Durchbohrung fest, daß der durchscheinende Teil der Schwimmhaut über der Öffnung liegt. Diese wird über das Loch des Objekttisches gelegt und die Zirkulation mit schwacher Vergrößerung beobachtet. Gutes Feuchthalten der Schwimmhaut mit Wasser ist notwendig. Starkes Zerren beim Aufstecken bringt den Blutstrom zum Stehen.

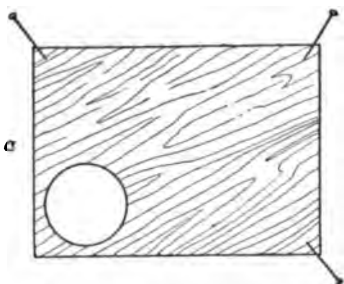


Abb. 47. Froschtischchen für die Demonstration des Blutkreislaufs in der Schwimmhaut, a von oben, b von der Seite gesehen.

Will man diesen Froschhalter etwas eleganter ausarbeiten, so leimt man der Durchbohrung entsprechend einen breiten Korkring auf, der das Befestigen des Hinterbeines erleichtert.

Blutzählung. Der Blutzählapparat (Abb. 48) besteht aus 1 oder 2 Mischpipetten, kleinen graduierten Glasröhrchen mit einer blasenförmigen Erweiterung, die mit einem Gummischlauch und Saugmundstück versehen sind, und zweitens mit einem in feine Quadrate eingeteilten Objektträger, der die Zählkammer bildet. Die nähere Anwendung ist aus einem jedem Apparate beigegebenen Schriftchen zu ersehen, die auch von der betreffenden Firma jederzeit zu erhalten sind.

Untersuchung unter Behandlung mit Reagenzien. a) Zusatz von isotonischer Lösung (Ringers oder physiologische Kochsalzlösung). Geldrollen. b) Zusatz von 2%iger NaCl-Lösung zum frischen Präparat: Schrumpfung der Blutkörperchen. c) Zusatz von Aqua dest.: Quellen der Blutkörperchen. Methode der Bestimmung der Isotonie von Lösungen!

Blutausstrichpräparate. Objektträger und Deckgläser werden eine halbe Stunde in Wasser mit Schwefelsäurezusatz gut gewaschen, dann in 96%igen Alkohol gelegt und mit Josephspapier geputzt. Will man die Blutausstriche in großer Menge und für lange Zeit als Vorrat aufbewahren, so nimmt man statt der Gläser Glimmerplatten. Man versäume nicht, sich eine Sammlung von Blutausstrichen verschiedener Tierklassen anzulegen. Nachdem die Fingerspitze, wie oben beschrieben, vorbereitet ist, setzt man den zweiten Blutstropfen auf den Objektträgerrand oder das Deckglas und streicht mit der Kante des Glases oder Glimmers ohne Druck auszuüben, das Blut dünn aus. Die Blutkörperchen müssen in einfacher Schicht

ohne Schrumpfung (Stechapfelform), ohne Zusammenkleben (Geldrollenform) in gleichmäßiger Verteilung im Gesichtsfelde liegen. Die Präparate werden fixiert: entweder nach dem Trocknen an der Luft in Alkohol-Äther zu gleichen Teilen, 2 Minuten, oder durch dreimaliges Durchziehen durch die Spiritusflamme, oder: feucht über Osmiumdämpfen 1—2 Minuten, oder über gebrauchter Flemminglösung 5 Minuten, indem man sie mit der Schichtseite nach unten auf den Rand der geöffneten Flasche mit der betreffenden Lösung legt (Osmiumräucherung).

Färbung zur allgemeinen Orientierung mit Hämatoxylin-Eosin. In Alkohol oder in der Hitze fixierte Präparate färbt man eine viertel Stunde in Hämatoxylin, wäscht dann gut in Leitungswasser aus, färbt in Eosin und wäscht in destilliertem Wasser. Die lufttrockenen Präparate werden direkt in Kanadabalsam eingedeckt. Die Erythrozyten und das Plasma sind rosa gefärbt, die Kerne der Leukozyten blau. Für feinere Zwecke färbt man lufttrockene Blutausstriche mit der May-Grünwaldschen Lösung, 2—5 Minuten in gut zugedeckten Schälchen oder Röhrchen. Abspülen unter dem Wasserstrahl der Leitung. Lufttrocken werden lassen, Kanadabalsam. Sorgfältig darauf achten, daß die Schicht nach dem Objektträger zu liegt! Die schönsten Blutpräparate liefert die Giemsafärbung, entweder für sich allein, oder, am weitaus besten, auf die May-Grünwaldsche Methode folgend. Über Osmium oder Flemming geräucherte Präparate legt man feucht, mit der Schicht nach unten in die Lösung, die aus 10 Tropfen Farbe auf 10 ccm Wasser hergestellt wird. Damit sich keine Niederschläge auf dem Präparat sammeln, legt man die Deckgläser mit der Schicht nach unten so auf zwei Objektträgerscherben, daß die Kanten auf deren Rändern ruhen. In der Wärme 15—30 Minuten färben, in der Kälte 2—3 Stunden. Die Präparate unter fließendem Wasser waschen, lufttrocken werden lassen oder zwischen Fließpapier trocknen, in Kanadabalsam eindecken.



Abb. 48. Blutzählapparat.

Blutkristalle. Man entnimmt der Karotis eines gut narkotisierten Meerschweinchens mit Hilfe einer Kanüle eine Quantität Blut, das man in ein kleines Wasserglas einfließen läßt und sofort mit einem, aus gewöhnlichem Brennholz geschnitzten Stabe zu schlagen beginnt (Defibrinieren). An dem Schlageholz sammelt sich alsbald Fibrin an. Von dem gewonnenen defibrinierten Blut bringt man einen Tropfen in die Mitte eines Ringes von dickem Kanadabalsam und bedeckt das Ganze so mit dem Deckgläschen, daß das Blut nicht ausfließt. Nach einer Stunde haben sich zahlreiche Hämoglobinkristalle in Tetraederform gebildet.

Häminkristalle (salzsaures Hämatin) erhält man aus jedem eingetrockneten Blutrest. Für den Unterricht halte man sich am zweckmäßigsten in einem Fläschchen eine Quantität getrockneten gepulverten Blutes vorrätig. Eine geringe Menge Blutpulver wird auf dem Objektträger mit 2—3 Kochsalzkristallen gut vermischt, mit einem Deckglas bedeckt, unter das man mit einer Pipette Eisessig fließen läßt. Das Präparat läßt man über einer Spiritusflamme aufkochen und wiederholt dies mehrmals unter Ersatz des verdunsteten Eisessigs. Es haben sich dann reichlich kleine braune rhombische Blutkristalle gebildet. Man nimmt das Deckglas

ab, legt Objektträger und Deckgläschen in Wasser, um das überschüssige Kochsalz zu lösen, kratzt die dicksten Brocken vom Blut weg, läßt trocknen und schließt in Kanadabalsam ein. Früher wichtig als forensischer Blutnachweis.

Muskelgewebe. Epithelmuskelzellen erhält man durch Isolation von Zölenteraten mit Osmiumessigsäure (0,05%iges Osmiumtetroxyd in 0,2%iger Essigsäure zu gleichen Teilen), Nachbehandlung mit 0,1%iger Essigsäure, 1 Tag, Wasser.

Glatte Muskelzellen: Man zerschneidet den Magen vom Frosch, nachdem das Epithel mit dem Skalpell abgekratzt ist, in kleine Stücke und legt sie in 33%ige Kalilauge. Nach 20 Minuten kann man durch Zerschütteln die Zellen leicht isolieren. Für die Herstellung von Dauerpräparaten kann man in Drittelalkohol mazerieren und unter dem Deckglas in Hämatoxylin färben. Balken und Züge der glatten Muskulatur zeigt vortrefflich die Harnblase des Frosches. Aufspannen auf einer Wachsplatte und Beobachten des überlebenden Objektes, oder: Fixieren in Zenker, Färben nach van Gieson. Schnitte von der glatten Muskulatur kann man aus dem Molluskenfuß am schönsten erhalten *(Arion, Anodonta)*. Für die Wirbeltiere wählt man den Darm der Katze auf Querschnitten, Zenker, Boraxkarmin-Durchfärbung, Pikroindigo-Magentarot Schnittfärbung.

Quergestreifte Muskulatur. Zu dieser wählt man für die Beobachtung im Leben am besten die Muskeln des Wasserkäfers (*Hydrophilus*). Flügelmuskulatur, Extremitätenmuskulatur. Zerzupfen ohne Zusatzflüssigkeit. Wirbeltiermuskeln vom Gastroknemius des Frosches, Zerzupfen mit der halben Eintrocknungsmethode. Für die Herstellung von Dauerpräparaten fixiert man den Flügelmuskel vom *Hydrophilus* oder *Dytiscus* oder den Gastroknemius des Frosches in Formalin. Zerzupfungspräparate liefern dann außerordentlich schöne Fibrillenbilder. Für gefärbte Präparate fixiert man das ganze Bein eines Frosches, nach Abziehen der Haut, in 95%igem Alkohol, schneidet aus den Muskeln kleine Stückchen heraus, färbt mit Boraxkarmin. Die schönsten Schnittpräparate liefern Längsschnitte durch Myriopodenmuskeln und Schnitte der Wirbeltierzunge, z. B. von jungen Kaninchen oder Hunden, Zenker, Eisenalaun-Hämatoxylin. Nicht zu versäumen ist die Untersuchung, sei es frischer oder eingeschlossener Präparate mit dem Polarisationsmikroskop.

Elektrisches Gewebe und elektrische Organe. Material: *Torpedo* (Neapel). Flemming, Färbung nach Bleichung mit Wasserstoffsuperoxyd mit Hämatoxylin. Schwierige Präparate.

Herzmuskelgewebe: Papillarmuskel (Kalb, Rind, Pferd) Fixierung: Salpetersäure 10,0, Alcohol absolutus 90,0. Nach 24 Stunden mit 95%igem Alkohol gründlich auswaschen, bis Lackmuspapier sich nicht mehr deutlich rötet. Durchfärben mit Hämalaun 8 Tage. Auswaschen, Entwässerung, Paraffinschnitte von 5 μ.

Nervengewebe. Nervenzellen und -fasern des Bauchmarkes von *Hirudo* kann man schön mit der Methylenblaumethode (S. 18) darstellen. Man präpariert das Bauchmark mitsamt der Pigmenthülle heraus, legt es in eine $^1/_{10}$%ige Lösung von Methylenblau (Grübler, BX oder medizinale) und präpariert von Zeit zu Zeit ein Ganglion heraus. Ist der gewünschte Effekt noch nicht eingetreten, so legt man das Präparat zurück, indem man es in einer feuchten Kammer stets gut vor Verdunstung schützt. Gewöhnlich beginnt die Färbung in einem der Seitennerven und pflanzt sich dann in das Ganglion fort. Sind einzelne Zellen tiefblau, so legt man das ganze Präparat nach Abspülen in Wasser in eine 10%ige Lösung von Ammoniummolybdat auf 10 Minuten, um den Farbstoff zu fixieren, wäscht mit Wasser aus, entwässert und schließt in Kanadabalsam ein.

Marklose Nervenfasern kann man durch Einlegen der Hornhaut vom Frosch in eine $^1/_{10}$%ige Methylenblaulösung unter Umständen schön gefärbt erhalten. Weiterbehandlung wie oben.

Nervenfasern von Wirbellosen zeigt man am besten frisch vom Konnektiv von *Hirudo*: Schnitte längs und quer, oder vom *Lumbricus* oder vom Krebs, Zenker, van Gieson.

Markhaltige Nervenfasern frisch vom Ischiadicus des Frosches, halb-trocken zu zerzupfen. Man zieht die Haut des Oberschenkels ab, geht auf der Dorsalseite zwischen den Muskeln in die Tiefe und schneidet den Nerven mit einer scharfen spitzen Schere heraus. Für die Herstellung von Dauerpräparaten legt man neben den herauspräparierten, aber nicht abgeschnittenen Nerven ein weißes Streichholz, dessen Kopf man abgebrochen hat, und bindet oben und unten den Nerven mit einem Seidenfaden fest. Dann erst wird der Nerv oben und unten abgeschnitten und in 1%iges Osmiumtetroxyd eingelegt. Nach 24 Stunden Auswaschen in Wasser, Alkohol. Diesen Nerven kann man zerzupfen, entwässern und aufhellen. Für die Darstellung der Neurofibrillen ist die einfachste Methode die Färbung mit Säurefuchsin: der in Osmium fixierte Nerv kommt nach dem Auswaschen auf 24 Stunden in konzentrierte wäßrige Lösung von Säurefuchsin, wird direkt in absoluten Alkohol übertragen und durch Chloroform in Paraffin eingebettet. Die Schnitte dürfen nicht mit Wasser, sondern müssen mit Nelkenölkollodium oder nur mit Eiweißglyzerin aufgeklebt werden. Längs- und Querschnitte. Lehrreiche Bilder liefern Querschnitte durch den Vago-sympathicus der Karnivoren, der gemischten Charakters ist und nervenmarkhaltige sowie marklose Fasern nebeneinander führt. Flemming, Safranin-Lichtgrün.

Golgi-Methode für Nervenzellen. Einlegen von Regenwürmern, von Großhirn und Kleinhirn junger Tiere oder älterer Feten in 20%iges Formalin. Die Stücke können darin sehr lange ohne Schaden liegen bleiben. Kleine Stücke nicht über 1 cm Seitengröße, 1/2 cm Dicke stelle man 4—5 Tage in Müllerscher Flüssigkeit in den Ofenaufsatz bei 30°. Übertragen ohne Abspülen in 0,75%iger Silbernitratlösung, mehrmals wechseln, für 8 Tage. Übertragen in 85%igen Alkohol. Man fertigt mit dem Rasiermesser Probeschnitte an und bringt die Stücke ganz schnell in absoluten Alkohol, Alkohol-Äther und Zelloidin (binnen zwei Stunden), befestigt sie mit dickem Zelloidin auf einem Stabilitklötzchen, läßt sie kurze Zeit in 85%igem Alkohol liegen und schneidet feucht mit dem Mikrotom oder auch aus freier Hand mit dem Rasiermesser nicht zu dünne Schnitte. Diese kommen in Alkohol, Xylol und werden in diesem durchstudiert. Resultat sehr unsicher, aber unter Umständen sehr demonstrativ. Die Schnitte dürfen nicht mit Deckgläschen eingedeckt werden. Vielmehr schneidet man sich aus Pappe Objektträger mit einem Loch von Deckglasgröße, montiert die Präparate auf Deckgläschen, befestigt diese mit der Glasseite nach oben, dem Präparat nach unten, über dem Ausschnitt mit Deckglaskitt. Man kann auch sogenannte Golgiobjektträger aus Holz beziehen. Zum Eindecken der Schnitte verwende man dicken Kanadabalsam in dicker Schicht und trockne scharf im Ofen mindestens 4—5 Tage, ehe man die Präparate fertig montiert.

Nervenendkörperchen. Tastkörperchen vom Entenschnabel. Hier finden sie sich in der Wachshaut, die man mit dem Rasiermesser abtrennt, in mehrere Millimeter dicke Scheiben zerlegt und in Flemming fixiert. Die Nervenendigung selbst kann man schön vergolden: 4 Teile 1%ige Goldchloridlösung in 1 Teil Ameisensäure wird im Reagenzglas gekocht, abgekühlt, in diese Lösung kommen die unfixierten Scheibchen auf eine Stunde und dann nach Abspülen im Wasser auf 24 Stunden im Dunkeln in 1:3 verdünnte Ameisensäure, Einbetten in Zelloidin. Die Epidermis löst man am praktischsten vorher ab.

Auswahl einiger Organe: Material und Methodenübersicht.

Haut. Haut der Wirbellosen wird im allgemeinen an Schnitten durch kleine Exemplare des ganzen Tieres zu betrachten sein. Chitinisierte Haut ist am besten bei Myriopoden zu

zeigen. Hautskelett bei Echinodermen nach Fixation und Entkalkung in Trichloruranazetat oder Zenker und Trichloressigsäure, Färbung mit Pikroindigokarmin-Magentarot. Tunizinmantel der Tunikaten; frisch am besten an einer dickmantligen Spezies, wie *Phallusia*; Zellulosereaktion mit Jodkali und Schwefelsäure, an dünnen mit dem Rasiermesser geschnittenen Scheiben. Histiologische Struktur an Kolonien von *Botryllus* (Helgoland).

Wirbeltiere: *Amphioxus* in Flemming fixieren, Safranin-Lichtgrün färben. An Haifischembryonen verschiedenen Alters ist die Plakoidschuppenentwicklung günstig zu zeigen: Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot. Ältere Embryonen, z. B. von *Acanthias* (Helgoland), lassen an vorsichtig abgezogenen Hautstückchen von Alkoholexemplaren nach Aufhellung mit Zedernöl schöne Totalbilder von Plakoidschuppen gewinnen. Fischschuppen der Teleostier usw. siehe bei Pisces. Amphibienhaut: vom Frosch, *Salamandra*, Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot, an ausgespannten auf Wachs oder Kork aufgesteckten Stücken (Giftdrüsen, Chromatophoren), Reptilienhaut: die Schuppen schön von Längsschnitten durch ältere Schlangenembryonen. Plastron und Carapax geben hübsche Bilder an Schnitten durch junge *Emys*, etwa von 2 cm Carapaxlänge, die in Tierhandlungen billig zu erhalten sind. Fixieren der mit Chloroform in einer gut zugedeckten Schale betäubten Tiere nach raschem Vorziehen und Abschneiden des Kopfes, total in heißem Zenker, Entkalken in Trichloressigsäure, Boraxkarmin durchfärben. Vogelhaut und Federn: s. bei Vögel S. 32.

Säugetiere. Haarlose Haut vom Sohlenballen eines jungen Hundes, flache Stückchen mit dem Rasiermesser abgetragen, Zenker, Eisenalaun-Hämatoxylin, Pikrofuchsin. Nägel und Krallen studiert man am besten an jungen Tieren (Zenker, van Gieson) oder älteren Feten (Katze, Hund, Mensch). Hufe von nicht zu alten Pferdefeten geben prächtige Präparate (Zenker, van Gieson). Die schönsten Haarschnitte gibt die Oberlippe oder die Kopfhaut des Menschen, die für die Erlangung von Querschnitten der Haare schief, d. h. senkrecht zur schrägen Haareinpflanzung geschnitten werden muß. Fixieren in Formalin-Alkohol, Färbung in Pikroindigokarmin-Magentarot. Sinushaare zeigt man auf Schnitten durch die Oberlippe der Ratte oder Maus. Man schneidet die Haare sorgfältig dicht an der Hand ab und sorgt dafür, daß die Stücke gut untertauchen (Überlegen von Fließpapier). Haare siehe auch S. 32.

Isolierung der Haarzellen: ein trocknes Stückchen Haar wird mit konzentrierter Schwefelsäure auf dem Objektträger erwärmt, ein Deckglas aufgelegt: die Rindenzellen werden durch leichten Druck auf das Deckglas mit einer Nadel zum Auseinanderweichen gebracht. Beobachtung in frischem Zustande: eine Augenbraue im Wasser betrachtet oder unmittelbar in Kanadabalsam eingeschlossen. Schweiß- oder Talgdrüsen auf jedem Schnitt durch behaarte Menschenhaut zu zeigen. Tastkörperchen auf dem Durchschnitte durch die Haut der Fingerbeere vom Rinde (Zenker, van Gieson). Stacheln: Querschnitte durch den trocknen Igelstachel mit dem Skalpell angefertigt geben gute Bilder, noch schöner der Stachel vom *Hystrix cristata*.

Nervensystem. Studium bei Wirbellosen auf Schnitten; Bauchmarkganglien von Würmern (*Hirudo*) kann man total herauspräparieren und frisch betrachten lassen. Spinalknoten vom Säugetier: Zenker, van Gieson oder Pikroindigokarmin-Magentarot. Zur Histiologie der zentralen Organe empfehlen sich Organe der Säugetiere, da die meisten Methoden speziell für diese ausgearbeitet sind.

Präparation des Rückenmarkes und Gehirnes von Säugetieren. Man schneidet vom Scheitel anfangend bis zur Schwanzwurzel die Haut durch, präpariert sie ganz zur Seite und entfernt sorgsam die Muskulatur. Den Schädel eröffnet man mit einer starken Schere oder falls notwendig mit einem horizontalen Sägeschnitt in der Ebene des größten Umkreises.

Dann beginnt man vom Nacken her mit der Knochenschere die Dornfortsätze abzukneifen und den Wirbelkanal so breit zu eröffnen, daß man eine Anzahl der Spinalknoten mit zu sehen bekommt. Ist man am Pferdeschweif angekommen, so hebe man mit der linken Hand dies Nervenbündel hoch und schneide von unten her sorgfältig mit den Seiten wechselnd die Nervenwurzeln durch, so daß man das Rückenmark in seiner ganzen Länge aus dem Kanal herausheben kann. In der gleichen Weise verfährt man mit dem Hirn. Das ganze Präparat wird an der Cauda beginnend in einem großen Zylinderrohr in die Fixationslösung hineingehängt.

Fixation für fast alle Zwecke ausreichend 15%iges Formalin: für Übersichtspräparate Gefrierschnitte färben nach van Gieson. Für Paraffinpräparate: Rückenmark aus der Lendenanschwellung eines Säugetiers schneiden (20 μ), Färben mit Methylenblau. Die Anwendung der Bielschowski-Methode gibt prächtige, aber schwer herzustellende Präparate. Rückenmark junger Tiere zu empfehlen! Fixation: 15%iges Formalin. Gutes Auswaschen in Aqua dest. Scheibchen nicht über 3 mm dick versilbern in 2%igem Argentum nitricum, 2—4 Tage, abspülen in Aqua dest., nachsilbern 6—12 Stunden in folgender Lösung: auf 1 ccm 10%iger Argentum nitricum-Lösung 3—5 Tropfen 40%iger Kalilauge, den Niederschlag auflösen durch Ammoniak, das tropfenweise zugesetzt wird, bis nur noch ein kleiner Rest des Niederschlags übrigbleibt, dann die Lösung filtrieren. Abspülen in Aqua dest., einlegen in 10%iges Formol ½—1 Tag, Abspülen in Leitungswasser, Alcohol absolutus. Chloroform, Paraffin. Vorsicht beim Zwischenmittel; es zieht hier oft viel Silber aus. Dünne Schnitte aus Wasser in strohgelber Goldchloridlösung 10 Minuten vergolden, Aqua dest., 10%ige Fixiernatronlösung, Aqua dest., Entwässern, Aufhellen. Überfärbte Präparate kann man vor dem Goldbade mit Ammoniumpersulfatlösung nach der Methode der photographischen Abschwächung differenzieren.

Markscheidenfärbung nach Weigert-Pal. Fixation eines Rückenmarkes in Formalin: man schneidet am besten die Lendenanschwellung heraus und beizt 2—4 Tage auf dem Thermostaten oder in dem Aufklebeofen in einer Lösung von 5%igem Kaliumbichromat, der man auf 100 Teile 5 g Fluorchom zugesetzt hat. Abspülen in Wasser, Entwässern. Einbettung in Zelloidin. 30—40 μ Schnitte. Aus dem Schneidealkohol kommen die Schnitte in Wasser, dann auf 48 Stunden in Müllersche Lösung, der man auf 100 ccm 5 ccm 1%ige Chromsäure zusetzt. Nach kurzem Abspülen in Aqua dest. legt man die Schnitte in 1%ige Weigertsche Hämatoxylinlösung auf 24 Stunden hinein: hierin werden die Schnitte tiefschwarz. Dann gelangen sie in eine Lösung von Lithiumkarbonat, 5 ccm und 95 Aqua dest. Hierin soll die Farbe ausziehen, so daß in der öfter gewechselten Lösung der Zelloidinmantel ganz farblos wird. Man differenziert, indem man sich 5 Uhrschalen füllt: 1. mit Aqua dest., 2. mit Kaliumpermanganat, 0,3%ige wäßrige Lösung, 3. und 4. Säuregemisch: 1 g Oxalsäure, 1 g schwefligsaures Kali, 200 Aqua dest. 5. Leitungswasser. Jeden Schnitt nimmt man einzeln mit einem Spatel auf, legt ihn in die Lösung ein, in der er je ½—2 Minuten verweilt. Im Permanganat bräunt sich der Schnitt, in der Säuremischung wird er aufgehellt. Die blau gefärbte weiße Substanz beginnt sich gegen die heller gefärbte graue Substanz abzuheben. Man wiederholt die Prozedur so oft, bis der richtige Grad der Differenzierung erreicht ist, d. h. die weiße Substanz tiefblau, die graue hellgrau aussieht. Am besten läßt man die Schnitte dann 24 Stunden in leicht alkalischem Leitungswasser (Seifezusatz) liegen, in 85%igem Alkohol entwässern, Karbolxylol, Xylol, Kanadabalsam.

Zur Demonstration der Zellenformen wählt man das Großhirn und das Kleinhirn einer Katze, Färbung mit Methylenblau-Eosin oder Imprägnation nach Bielschofski oder Golgi. Übersicht über den Bau des Wirbeltiergehirns gibt am besten der Längsschnitt durch das Hirn

eines älteren, etwa 15—20 cm langen *Acanthias*-Embryo (Helgoland), den man mitsamt dem Schädel 20 μ dick schneiden kann; Durchfärben mit Boraxkarmin, Schnittfärbung mit Pikroindigokarmin-Magentarot.

Sinnesorgane. Tastorgane. Meißnersche Körperchen, Pacinische Körperchen: am besten auf dem Schnitt durch das ganze Fingerglied eines neugeborenen Kindes.

Außerdem Pacinische Körperchen aus dem Mesenterium der Katze (nicht zu alt). Man sieht sie mit bloßem Auge im Fett oder in der Gekröseplatte liegen. Ausschneiden. Untersuchung im frischen Zustande. Schnittpräparate: Pankreas der Katze: Zenker, van Gieson.

Geschmacksorgan. Die Papilla foliata der hinteren Seitenränder der Zunge des Kaninchens wird in Zenker fixiert und quer zur Blattrichtung geschnitten. Färbung mit Pikroindigokarmin-Magentarot.

Riechorgane. Riechborsten der ersten Antenne vom Krebs oder von der Wasserassel, frische Betrachtung oder Fixation in Alkohol, Aufbewahren in Glyzerin. Schnitte durch eine Antennenlamelle von *Melolontha*, heißer Zenker, Haemalaun-Eosin. Querschnitt durch das Riechorgan eines älteren Haifischembryo, Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot. Schöne allgemeine Übersichtspräparate: Längsschnitt durch den Kopf eines Molches (*Triton taeniatus* oder *cristatus*) Zenker und Entkalkung in Trichloressigsäure oder Fixation in Trichloruranazetat, Boraxkarmin-Durchfärbung, Pikroindigokarmin-Magentarot. Riechschleimhaut am schönsten von einem Hammelkopf, den man vom Schlachthofe bezieht. Sagittale Durchtrennung mit der Säge neben der Nasenscheidewand, die Riechschleimhaut hebt sich durch ihre abweichende Färbung (bräunlich) von der übrigen Nasenschleimhaut ab. Fixation mit einem Stück der Scheidewand in Flemming. Im starken Alkohol löst man passende Stückchen stumpf von der Unterlage ab. Färbung: Safranin-Lichtgrün.

Das Jakobsonsche Organ zeigt man am schönsten bei älteren Schlangenembryonen, z. B. von *Vipera berus*; bei Säugetieren ist es auf Querschnitten durch den Kopf 4—5 cm langer Schweineembryonen gut sichtbar.

Statische und Gehörorgane. *Gastrosaccus* (Helgoland), *Mysis* (Neapel): Totalpräparate aus Alkohol in Zedernöl aufgehellt, Kanadabalsam. Isolieren des Statolithensäckchens aus der Basis der ersten Antenne vom Flußkrebs. Beobachtung der Körnchen, Borsten usw. am frischen Präparat unter Zusatz von Kochsalzlösung. Cephalopoden zeigen (*Loligo forbesi* Helgoland, Zenker) auf Querschnitten durch die Gegend des Trichters, schön die paarigen Statozysten; Färbung van Gieson. Bestes Totaldemonstrationspräparat: Statozyste von *Pterotrachea* (Neapel). Von den Wirbeltieren eignet sich das Gehörorgan älterer Haifischembryonen (*Acanthias* Helgoland, *Scyllium* Neapel, Rovigno) gut zur Demonstration von Schnittbildern, Boraxkarmin im Stück, Schnittfärbung mit Bismarckbraun-Lichtgrün oder eine andere Knorpelmethode (s. Knorpel S. 56).

Für die Schnecke wählt man ein junges Meerschweinchen, das durch Chloroform getötet wird. Man schneidet den Kopf ab, eröffnet mit der großen Knorpelschere sagittal den Schädelraum und entfernt das Gehirn. Mit einer starken Pinzette bricht man die Bulla des Gehörorgans, dicht nach hinten vom äußeren Gehörgang aus dem Schädel heraus, reinigt sie gut von anhaftenden Weichteilen und eröffnet sie mit einem starken Skalpell, indem man sie flach anschneidet. Die Schnecke ragt frei in die Lichtung der Bulla hinein. Man bricht dann möglichst viel von dem Knochen weg, so daß man nur die Schnecke mit unmittelbar angrenzenden Knochenstücken zu fixieren braucht. Flemmingsche Lösung. Auswaschen, Entkalken in Trichloressigsäure oder Fixieren 2—3 Tage in Trichloruranazetat, das zugleich entkalkt. Auswaschen usw. Färbung am Osmiumpräparat mit Safranin-Lichtgrün oder Eisenalaun-Häma-

toxylin, Fuchsin; nach Trichloruranazetatfixation Durchfärbung mit Boraxkarmin. Sehr instruktive Präparate über Lage und Struktur der embryonalen Schnecke erhält man von Köpfen etwa 10 cm langer Schweineembryonen (Zenker, Boraxkarmin Durchfärbung). Schnittrichtung so, daß beide Unterkiefer genau längs in dem Schnitt getroffen sind: dann fällt nahezu die Achse der Schnecke in die Schnittebene.

Sehorgane. Beim Herausnehmen des Auges der Wirbeltiere entfernt man gegebenenfalls zuerst die Lider, faßt mit einer Hakenpinzette die Bindehaut und schneidet sie mit einer spitzen scharfen Schere ringförmig durch. Mit einem Häkchen oder einer Pinzette erfaßt man die harte Augenhaut, durchschneidet die Muskeln und zuletzt mit einer gekrümmten kleinen Schere möglichst weit nach hinten den Sehnerven. Fixation des ganzen Augapfels: man vermeide sorgsam, daß die Hornhaut berührt oder gar mit Haaren, Federn oder Blut beschmutzt wird. Die äußere Augenhaut wird sorgfältig von anhängenden Muskelresten, Bindegewebe usw. befreit bis auf eine kleine Stelle, an der man das Bindegewebe mit der Pinzette faßt und mit einer Seidenfadenschlinge umschnürt. An diesem Faden wird das Auge in Zenker gehängt. Vor Totalschnitten ist im allgemeinen zu warnen, da die Linse sehr hart wird. Man eröffnet in 85%igem Alkohol das Auge durch einen Schnitt mit dem Rasiermesser parallel dem Hornhautrande (äquatorial) und behandelt Vorder- und Hinterhälfte des Augapfels gesondert. Aus der Vorderhälfte nimmt man mit der Pinzette unter leichtem Zug die Linse heraus. Will man Totalschnitte anfertigen, so ist behufs leichten Einbringens der Lösungen nach der Fixation an 2 gegenüberliegenden Stellen des Äquators je eine kleine Kalotte mit dem Rasiermesser abzutragen, die auch die Retina mit umfassen muß. Diese kleinen Kalotten, aus allen drei Augenhäuten bestehend, geben in Paraffin eingebettet hübsche Präparate. Einbetten des Augapfels selbst in Zelloidin, Dauer der Behandlung für ein mittelgroßes Auge (Katze) mindestens 14 Tage, je nach der Größe weniger oder mehr. Gute Totaldemonstrationsbilder mit Linse erhält man von älteren Schweineembryonen.

Augen von Arthropoden zeigt man gut an kleinen Krustern (*Daphnia*). Das *Branchipus*-Seitenauge kann auch in Schnitten gut studiert werden. Für Schmetterlingsaugen: Carnoy. Für Mollusken: *Helix*, *Pecten*, kleine *Loligo*, (ein Auge mit Umgebung herausschneiden), von Würmern empfehlen sich die Augen der Egel, oder von *Eunice* oder *Alciope* (Neapel), Hessesche Augen im Rückenmark von *Amphioxus* auf den Schnitten durch die vordere Rückenmarksregion.

Für die Netzhaut geben Hackpräparate sehr hübsche Bilder, sowohl von Flächen wie von Schnittansichten.

Pigmentepithelpräparate: die hintere Augapfelhälfte vom Pferdeauge (oder die eines anderen großen Säugetiers oder eines großen Vogels) wird auf einen Tag in Müllersche Flüssigkeit eingelegt, dann in Wasser überführt, die Netzhaut mit der Pinzette abgezogen und durch Ansaugen mit der Pipette die Bröckelchen des Pigmentepithels gesammelt. Entwässern auf dem Objektträger, Aufhellen mit Cajeputöl, Kanada.

Nach dem Abziehen des Pigmentepithels bleibt eine lockere schwarze Schicht fest an der harten Augenhaut haften, die Aderhaut: man reiße ein Stückchen mit der Pinzette heraus und zerzupfe es in einem Tropfen Glyzerin zur Darstellung der Pigmentzellen des Bindegewebes.

Instruktive Bilder der retinomotorischen Verschiebungen erzielt man beim Frosch, wenn man ihn vor dem Abtöten zwei Stunden im Dunkeln hält und beim schwachen Lichte (Dunkelkammer) fixiert (Dunkelauge), und anderseits einen zweiten präpariert, der in hellem Lichte gesessen hat (Hellauge).

Sehnerv: Zenker, Querschnitt. Die Linse studiert man am besten auf Durchschnitten von älteren (14 Tage) Hühnerembryonen, die die Umformung der Linsenzellen zu Fasern hübsch erkennen lassen. Ältere Linsen, fixiert in Formol, geben von den äußeren Lagen brauchbare Gefrierschnittpräparate. Zur Isolation der Linsenfasern legt man Linsen vom Auge eines großen Tieres auf zwei Tage in Drittelalkohol (siehe Mazeration) und zerzupft den kernhaltigen Teil am Äquator.

Hornhaut. Schnittbilder von der vorderen Augapfelhälfte, van Gieson. Flächenbilder zeigen sehr schön die Saftlücken bei der Behandlung nach Leber. Ein abgeschnittener Froschkopf wird mit der Hornhaut in kochendes Wasser getaucht, das Epithel mit einem weichen Tuche abgewischt, die Hornhaut wird herausgeschnitten und 5 Minuten in eine 10%ige Lösung von Eisenvitriol gebracht. Abspülen mit Wasser, Eintauchen in eine konzentrierte Lösung von rotem Blutlaugensalz. Abspülen mit Wasser. Alkohol, Xylol, Kanadabalsam (negatives Hornhautbild). Das positive Hornhautbild wird durch Vergoldung gewonnen. Von der Hornhaut von Pferd, Rind, oder auch von Katze, Kaninchen entfernt man, wie oben angegeben, das Epithel, legt sie etwa 10 Minuten in filtrierten Zitronensaft, in dem sie ordentlich aufquellen müssen. Nach Abspülen in Wasser gelangt sie auf 1—1½ Stunde in 1%iges Goldchlorid im Dunkeln. Reduktion nach Abspülen in Wasser mit 2%iger Essigsäure mindestens 24 Stunden im Lichte. Die Präparate kommen in Alkohol oder Formalin. Flachschnitte entweder mit dem Gefriermikrotom oder nach Einbettung in Paraffin oder Zelloidin.

Verdauungsorgane. Nährvakuolen von Protozoen (*Paramaecium*) lebend. — Gastrovaskularapparat von *Hydra* (s. S. 27). Darm und Schlund von *Distomum* (s. S. 28). Darm vom Regenwurm. Kiefer vom *Hirudo* auspräparieren, in Glyzerin einschließen. Mundteile von Insekten. Darm vom Krebs (Zenker, Hämatoxylin-Eosin). Schnitt durch den Arm eines kleinen Seesterns (Trichloruranazetat, Pikroindigokarmin-Magentarot). Speicheldrüse, Radula, Darm von *Helix*, Fuß mit Darm von *Dreissena*.

Magen-Darmkanal. Für die kleinen Wirbellosen und Wirbeltiere wird man Querschnitte durch die betreffende Gegend studieren. Für große Tiere, Kephalopoden, Wirbeltiere, Fixation Zenker, Färbung mit Eisenhämatoxylin-Eosin. Wirbeltiere: Der Dünndarm eines eben getöteten Säugetieres wird mit warmer physiologischer Kochsalzlösung rein ausgespült, dann schneidet man parallel der Oberfläche mit der dünnen, krummen Schere die Darmzotten ab und läßt sie frisch in Kochsalzlösung betrachten. Schöne Präparate gibt injizierte Darmschleimhaut (s. Injektion) von Stücken, die man am besten in Zedernöl oder in ganz dünnem Kanadabalsam aufbewahrt; man schneidet davon kleine Oberflächenstückchen ab und zerzupft sie auf dem Objektträger grob, Einschluß in Kanada. Den Darm kleiner Tiere, Maus und Ratte, kann man nach Eröffnung am Ansatz des Gekröses in der Ausdehnung von etwa 3 cm auf Korkplatten aufspannen. Fixieren in Alcohol absolutus und Färben mit Hämatoxylin, Aufhellen in Zedernöl: schöne Totalpräparate der bei den einzelnen Tierformen sehr verschieden gestalteten Zotten. In gleicher Weise läßt sich der Darm aller Wirbeltiere verarbeiten. Schnitte: Dünndarm von einem Amphibium oder von der Ringelnatter. Fixation Zenker oder Carnoy. Färbung der Schleimzellen mit Pikroindigokarmin-Magentarot oder einer Schleimmethode (s. S. 53). Junge Katzen geben sehr schöne Präparate vom Säugetierdarm. Den Wurmfortsatz zeigt man am besten von Kaninchen. Dicke Darmabschnitte fixiere man nie unaufgeschnitten, hüte sich aber auch, mit der Schere das Epithel zu verletzen.

Isolierte Darmepithelzellen: Froschdarm oder irgendeine abgezogene Darmschleimhaut wird in kleine Stücke geschnitten, 24 Stunden in Drittelalkohol mazeriert, gefärbt mit Alaunkarmin oder ungefärbt in Farrants Gemisch eingeschlossen. Darmepithel im Schnitt-

bilde am schönsten von **Ascaris megalocephala**, Sublimat-Eisessig, Heidenhains Eisen-alaun-Hämatoxylin.

Darmnerven: Man fülle ein kleines Stückchen Kaninchendarm, das man an der einen Seite zubindet, mit 10%iger Essigsäure, nachdem der Inhalt gut ausgespült ist. Nach 24 Stunden schneidet man den Darm auf und zieht mit zwei Pinzetten Muskel und Schleimhaut auseinander. Betrachten in verdünnter Essigsäure.

Leber, Mitteldarmdrüse, Hepatopankreas der Wirbellosen, Leber der Wirbeltiere kann man in ihrem zelligen Aufbau am Zerzupfungs- oder Abstrichpräparat gut studieren. Dauerpräparate: Fixation Zenker, Färbung nach van Gieson. Materialien: Leber vom Krebs, *Helix*, Spinne; Kreuzotter oder irgendeiner anderen Schlange, um den röhrigen Aufbau der Wirbeltierleber zu zeigen, Schwein. Gallenkapillaren: Leber von *Triton*, *Salamandra*. Injektion der Lebergänge vom Ductus choledochus mit Berliner Blau-Gelatine aus bei Katze oder Kaninchen (s. Blutgefäße). Schöne Präparate von den Lebergefäßen erhält man durch Doppelinjektion, Kanülen in die Pfortader und die Vena cava einbinden. Gutes Vorspülen mit Glaubersalzlösung. Injizieren von roter Masse in die Pfortader, bis man eben auf der Außenfläche die ästige Zeichnung erscheinen sieht, von blauer Masse in die Vena cava inferior bis in der Mitte jedes Acinus ein blauer Punkt auftritt. Gelingt fast stets nur stellenweise.

Bauchspeicheldrüse. Material: Meerschweinchen. Fixation: Zenker, Färbung: Eisen-alaun-Hämatoxylin, Fuchsin.

Atmungsorgane. Kiemen, Tracheen, Lungen. Material: Würmer, *Arenicola* (Helgoland), Terebelliden (Neapel). Kleine Kruster lebend beobachten, Krebskiemen im Schnitt: Zenker, van Gieson; Stigmen von Insektenlarven oder kleinen möglichst durchsichtigen Imagines aufgehellt mit Zedernöl. Tracheen: möglichst kleine Dipterenlarven töten mit Chloroform, aufbewahren in Glyzerin, unter Deckglas auf ca. 14 Tage, luftgefülltes Tracheennetz. Tracheen im Schnittbilde sehr schön auf dem Querschnitt durch einen Myriopoden oder eine Raupe. Tracheenkiemen von Ephemeridenlarven, lebend. Tracheenlungen: Schnitte durch das Vorderende des Abdomens von *Epeira* oder *Tegenaria*. Mollusken: *Chiton* oder Kephalopodenkiemen auf Querschnitten, Lunge von *Helix*.

Haifischkiemen: Schnitte durch ältere Embryonen quer, so daß äußere Kiemenfäden und die inneren Kiemen in den verschiedenen Höhen getroffen gleichzeitig sichtbar sind. Instruktiv sind Längsschnitte, die die Kiemenbögen mit den Kiemenfiederchen getroffen zeigen. Das Kiemenknorpelskelett vom Hai ist sehr geeignet für die Demonstration des Rekonstruktionsverfahrens. Bei *Triton* oder Axolotl von etwa 2 cm Länge kann man auf Querschnitten schön das Nebeneinander von Kiemenfädchen und Lungen zeigen. Lungen vom Säugetier füllt man mit der Spritze von der Trachea aus mit absolutem Alkohol, nachdem man sie vorsichtig freigelegt, aber im Kadaver belassen hat. Nach vollendeter Füllung herauspräparieren ohne zu verletzen, Einlegen des ganzen Präparates in Alkohol, Durchfärbung von Stücken mit Boraxkarmin, Schnittfärbung mit Kresofuchsin, Alkohol, Wasser, van Gieson, Entwässern usw. Schöne Präparate liefern getrocknete, mit Luft aufgeblasene Lungen, die mit dem Rasiermesser in nicht zu dicke Scheiben zerlegt werden. Injektionspräparate der Kaninchenlunge mache man vom rechten Ventrikel des Herzens aus. Einbetten in nicht zu hartes Paraffin. 50 μ-Schnitte geben vortreffliche Bilder der reichen Kapillarversorgung der Alveolen.

Luftröhre und Kehlkopf. Luftröhrenepithel der Schleimhaut der Pferde- oder Rindertrachea, ablösen und in kleine Stücke zerschneiden, mazerieren in Drittelalkohol oder Osmiumessigsäure, Einschluß in Glyzerin oder Farrants Gemisch. Schnitte durch Trachea von jungen Tieren (junge Katze), Zenker, Pikroindigokarmin-Magentarot, oder Flemming,

Safranin-Lichtgrün. Kehlkopf am schönsten vom neugeborenen Menschen, frontal schneiden. Zenker, Hämatoxylin-Eosin oder van Gieson.

Kreislauf. Herzmuskelgewebe. Allgemeine Fixation in Zenker. Färbung mit Eisenalaun-Hämatoxylin, Fuchsin. Materialien: Herz der Arthropoden. Flußkrebs, Durchschnitt durch Schmetterlingsraupen, Spinnen, Mollusken (*Dreissena*, um das Verhalten des Enddarms zum Herzen zu zeigen); man präpariert das Herz von *Helix* frei und fixiert es, Längsschnitte in der Richtung: Vorhofkammer; kleine Wirbeltierherzen: Frösche, Fische, Reptilien. Totalschnitte Richtung: frontal durch Basis und Herzspitze. Säugetierherz: Maus oder Ratte Querschnitt durch die Kammern. Die feinere Struktur des Herzmuskels demonstriert man am besten auf dem Durchschnitt durch den Papillarmuskel eines großen Herzens von Schaf oder Pferd (Schlachthof), Behandlung nach Zimmermann: Fixierung und Färbung s. S. 62.

Schnitte durch die Klappen. Herz von Katze oder Hund. Fixation in Zenker, Färbung mit Boraxkarmin und Kresofuchsin oder Hämatoxylin-Pikrofuchsin.

Blutgefäße. Aorta und Vena cava, oder die Brachial- oder Femoralgefäße oder Carotis und Jugularis präpariert man oberflächlich aus, schiebt dicht daneben ein Streichholz (weiß, Kopf abschneiden) und bindet mit einem Seidenfaden am oberen und unteren Holzende die Gefäße fest, indem man die Fäden mit einer Pinzette unter den Gefäßen durch das Gewebe hindurchzieht. Fixieren: Alcohol absolutus, dann vom Hölzchen abbinden, einbetten, Färbung: Kresofuchsin, van Gieson. Ohne dieses Aufbinden verkrümmen sich die Gefäße stark.

Exkretionsorgane. Segmentalorgane und Niere. Am besten Querschnitte durch *Nereis* oder einen andern Chätopoden. Malpighische Gefäße von irgendeinem Käfer oder von der Küchenschabe. Mollusken: Niere von *Helix:* Zenker, Hämatoxylin-Eosin, mit schönen Konkrementen. Vorniere zeigt man am besten durch Querschnitte auf junge 1—1,5 cm lange Axolotl- oder *Triton*-Larven, Urniere und Nachniere auf demselben Präparat zusammen auf Querschnitten durch den Bauch von etwa 4—6 cm langen Schweineembryonen.

Niere der Säugetiere: Quer- und Längsschnitte durch die Niere der Maus, Fixation: Carnoy, Färbung: Eisenalaun-Hämatoxylin, Fuchsin. Isolierte Harnkanälchen gewinnt man durch Einlegen kleiner Nierenstückchen in konzentrierte Salzsäure auf dem Wärmeofen zwei Stunden. Injektionspräparate der Blutgefäße durch Einspritzen in die Aorta oberhalb der Nierenarterien. Aorta distal von der Abzweigung der Renalis abklemmen. Gefrierschnitte der in Formalin fixierten Niere kann man schön zu Zerzupfungspräparaten zum Isolieren der Glomeruli verwenden.

Die Nebenniere studiert man am besten beim Vogel oder Säugetier, sie liegt beim Vogel am oberen Pol der Niere, dicht unter den Geschlechtsdrüsen, Fixation Müller-Formol oder Helly, Gefrierschnitte, Färbung mit Scharlach R., Glyzerineinschluß.

Fortpflanzungsorgane. Männliche Geschlechtsorgane: allgemeine Fixation für Hoden: Flemming, Färbung: Eisenalaun-Hämatoxylin, Fuchsin oder Safranin-Lichtgrün; oder Zenker, Eisenalaun-Hämatoxylin, Fuchsin, oder Pikroindigo-Magentarot. Am schönsten ist Eisenalaun-Hämatoxylin mit nachfolgender Pikroindigo-Magentarotfärbung. Man fixiere Hoden von kleinen Tieren oder kleinere Stückchen, die man mit dem Rasiermesser vorsichtig aus dem Hoden ausschneidet. Bei der Auswahl des Materials sorgfältig auf die Brunstperiode achten! Manche Tiere zeigen indes nicht zur Brunstzeit, sondern zu anderen Perioden die interessantesten Bilder (heimische Amphibien Juli—August). Besonders geeignete Objekte Hoden von *Scyllium* (Neapel), *Triton:* Juli—August, Pferd, Maus und Ratte, das ganze Jahr hindurch, besonders Rattenhoden gibt sehr schöne Bilder. Man spritze bei der Ratte unter die äußere weiße Hodenhaut mit einem in eine feine scharfe Spitze ausgezogenen Glasrohr

Flemmingsche Flüssigkeit ein, indem man mit der feinen Pinzette eine kleine Falte aufhebt. Die Albuginea wölbt sich dann allmählich ganz von der Hodenoberfläche ab, und man kann den Hoden nach einer Weile gut zerlegen, ohne starkes Ausquellen der Kanälchen befürchten zu müssen.

Spermien. Man entnehme dem Nebenhoden vom Stier, Pferd oder Ratte oder dem Hoden oder der Samenblase vom Frosch zur Laichzeit, dem Ductus deferens vom *Triton* (bei *taeniatus* sieht er schwarz, bei *cristatus* weiß aus), kleine Stückchen, die man in Ringerscher oder Lockescher bzw. in physiologischer Kochsalzlösung zerzupft. Von der weißen milchigen Flüssigkeit kommt ein Tröpfchen auf den Objektträger, verdünnen in hinreichender Menge mit Kochsalzlösung, um die Bewegung der Samenfäden im Leben zu demonstrieren. Erregt man mit Hilfe Absaugens durch ein Fließpapierstreifchen einen nicht zu starken Strom unter dem Deckglas, so schwimmen alle reifen Spermien gegen den Strom

Für Dauerpräparate zerzupft man in Aqua dest. und verteilt die Flüssigkeit nach der Methode der Blutausstriche auf Objektträger, für größere Übungen am besten auf Glimmerplatten, läßt sie vor Staub geschützt trocknen und hebt sie in Objektträgerschachteln als Material auf. Mit einem Kreuzchen die beschickte Seite des Präparates bezeichnen! Fixation dreimal (vorsichtig bei Glimmer!) durch die Flamme ziehen, Färbung Eisenhämatoxylin-Eosin, für Amphibien am schönsten Biondifärbung. Nach vollendeter Färbung wie gefärbte Schnitte behandeln (nach Xylol eintauchen in Paraffin).

Weibliche Keimdrüsen: Fixation Flemming, Färbung Safranin-Lichtgrün, für manche Tiere (Säuger) auch Zenker, Pikroindigo-Magentarot. Für Säugetier: Hund, Katze; Vögel: junges Huhn oder anderes Hausgeflügel, Amphibien: Frosch, etwa Juli-August, Chromessigsäure, Eisenhämatoxylin. Echinodermen: Seeigel (nicht unmittelbar vor oder unmittelbar nach der Laichzeit), Mollusken: *Dreissena*; Insekten: *Dytiscus* im Frühjahr; Anneliden: *Tomopteris* aus Helgoland im August (Totalpräparate), *Lanice conchilega* (Neapel) im Frühjahr. Nematoden: *Ascaris* (s. S. 29). Zölenteraten: *Olindias* oder *Tiara* (Helgoland), Chromessigsäure. Spongien: *Sycandra* (Neapel). Zwitterdrüsen: *Helix*, Flemming, Safranin-Lichtgrün, *Clavellina*, *Bufo*: Bidderssches Organ am oberen Pol der Keimdrüse.

Uterus: am besten von einem Affen, aber auch Hund und Katze geben schöne Präparate. Zenker, Boraxkarmin, Pikroindigokarmin-Magentarot.

Embryologische Methoden.

Künstliche Befruchtung: bei Seeigel, Frosch und Forelle leicht zu zeigen.

Seeigel aus Rovigno oder Helgoland (Norderney): *Echinus miliaris*. Die Tiere werden in großen Einmachegläsern mit guter Durchlüftung gehalten, möglichst frisch verbraucht, Geschlechtsunterschiede nicht erkennbar. Man öffnet die Tiere und sammelt die Geschlechtsprodukte in der entleerten Flüssigkeit in größeren Uhrschalen, mischt den Samen den Eiern bei und kultiviert in großen Schalen weiter. Nach 24 Stunden wimpernde Keimblasen.

Forelle. Man bezieht laichreife Pärchen, Dezember bis Februar (Adresse: C. Arens Nachf., Cleysingen bei Ellrich a. H. Forellenzuchtanstalt), hält sie in gesonderten Aquarien. Man faßt zuerst das Weibchen mit einem Tuche am Kopf- und Schwanzende, trocknet es gut ab, dann streicht man mit Daumen und Zeigefinger den Bauch des Tieres vom Kopf nach der Geschlechtsöffnung und entleert so die Eier auf den unter den Bauch gehaltenen sauberen trockenen Teller. Nicht zuviel auf einmal entleeren, nicht zu stark streichen! Dann verfährt man ebenso mit dem Männchen, dessen Milch man in einer großen Uhrschale sammelt. Nun folgt die Besamung, am besten ohne jeden anderen Zusatz, als der mit den Eiern aus dem Weibchen

entleerten Flüssigkeit. Durchmischen der Eier mit dem Samen mit einer weichen Federfahne, nach einer Viertelstunde bringt man die Eier in rasch fließendes Wasser in Bruttröge, die man fertig beziehen, sich aber auch leicht nach Bedarf anfertigen lassen kann. In einen Blechkasten von 30 cm Länge, 20 cm Breite, 15 cm Tiefe führt man an der Schmalseite ein Glasrohr bis auf den Boden, das den Wasserleitungsstrom zuführt. An der gegenüberliegenden Schmalseite ist am oberen Rande ein rohr- oder tüllenartiger Überlauf angebracht. In diesem Kasten hängt man etwa 5 cm tief einen Einsatz mit Blechrändern von etwa 3 cm Höhe, dessen Boden ein feinmaschiges Drahtsieb oder Haarsieb bildet, der etwas kleiner ist als die Abmessungen des Kastens. Auf dem Sieb breitet man die Eier in einer Schicht aus. Kräftiger Strom, jeden Tag die milchig gewordenen Eier aussortieren! Befruchtungsstadien je nach der Wassertemperatur 2—6 Stunden nach der Besamung zu finden.

Präparation für alle Forellenstadien bis zur Larvengröße von etwa 5 mm nach H. Virchow: Vorbehandlung: 5—10 Eier kommen auf 5—10 Minuten in eine Schale, die etwa 30 ccm eines Gemisches von Chromsäure 2,0 g, Aqua dest. 900 ccm, Eisessig 100 ccm enthält. Aus dieser Lösung gelangen sie — man überträgt sie am besten mit dem Siebspatel — in 0,2%ige Chromsäurelösung, in der sie längstens eine Stunde weilen dürfen, aus der sie indes auch sofort weiter verarbeitet werden können. Übertragen in physiologische Kochsalzlösung. In dieser werden die Keime auspräpariert: man faßt das Ei mit der Pinzette mit der linken Hand und schneidet mit einer scharfen spitzen kleinen Schere die Eischale ein oder sticht mit einer scharfen Nadel an. In die Höhlung, deren Öffnung groß genug sein muß, bläst man mit der mit Kochsalzlösung gefüllten Pipette einen Wasserstrom, der erst den völlig flüssig gebliebenen Dotter, dann die Keimscheibe herausbefördert. Diese wird sorgfältig mit dem Spatel in die Fixationsflüssigkeit, Prikrinessigsublimat, übertragen, nach 24 Stunden 70%iger Alkohol mit Jod, steigender Alkohol, den man etwa bei 80% oder 95% ein Körnchen Eosin zusetze, um die Orientierung bei der Einbettung zu erleichtern. Entwässerung in Alcohol absolutus, Zedernöl, Paraffin, jedes nicht länger als 20 Minuten. Schnitte färben mit Hämalaun-Eosin. Ältere Larven fixieren mit Pikrinessigsublimat, durchfärben mit Boraxkarmin, Dottersack stets aufstechen und durch einen Flüssigkeitsstrahl mit der Pipette den Dotter entleeren, er sich sehr schlecht schneidet.

Amphibien: Laichzeit *Rana fusca* März, *R. esculenta* Mai. Froschpärchen in Copula gefangen (in der Gefangenschaft treten die Eier nicht in den Uterus!) trennt man und hält sie in nicht zu feuchtem Moos kühl, wenn man sie nicht gleich verwenden will oder kann. Männchen dekapitieren, nach Aufschneiden des Bauches erst die Samenblasen suchen, sind sie prall mit Samenflüssigkeit gefüllt, so schneidet man sie heraus und entleert sie in ein sauberes Uhrschälchen, das man gut zugedeckt einige Minuten stehen lassen kann. Sonst schneidet man den Hoden heraus und zerzupft ihn sorgfältig unter Zusatz von ein wenig Kochsalzlösung zu einem milchigen Brei, den man 10 Minuten stehen lassen soll.

Jetzt folgt Eröffnung der Bauchhöhle und des Uterus der einen Seite des Weibchens (nicht in den Uterus getretene Eier lassen sich nicht befruchten!). Man setzt dem Samen in einem Uhrschälchen einige Tropfen Kochsalzlösung und etwa doppelt soviel gewöhnliches Wasser zu, bringt einige Tropfen davon auf einen Objektträger und kontrolliert unter dem Mikroskop durch einen Gehilfen, ob sich auch die Spermien lebhaft bewegen Ist das der Fall, so fährt man mit einem trockenen sauberen, oben rund abgeschmolzenen Glasstabe in die Eimasse hinein, eine Anzahl Eier bleiben kleben, die man unter rührender Bewegung in der verdünnten Samenflüssigkeit verteilt. Den Stab trocknet man sauber ab, wiederholt das Verfahren so lange, bis der Boden des Uhrschälchens, das man mit der linken Hand ständig in Be-

wegung hält, vollkommen mit einer einschichtigen Lage von Eiern bedeckt hat. Während man selbst eine neue Portion Samenflüssigkeit vorbereitet und wieder befruchtet, hält ein Gehilfe das erste Schälchen dauernd in Bewegung. Nach etwa 5 Minuten läßt man es ruhig stehen und nach weiteren 5 Minuten bringt man es in eine Satte mit frischem Wasser. Man fährt mit dem Spatel vorsichtig zwischen Glas und Eilage, löst die Eimasse vom Glase ab und bringt sie in der Satte zum Schwimmen, indem man ein Scheibchen Hollundermark oder Kork unter den Eiballen schiebt. Erste Furchung etwa 3 Stunden nach der Besamung. Die geglückte Befruchtung kann man schon 1 Stunde nach der Besamung daran erkennen, daß im Eiballen, wenn man ihm umdreht, sodaß die weißen vegetativen Pole der Eier nach oben sehen, sich binnen weniger Minuten die befruchteten wieder mit dem schwarzen Pol nach oben gedreht haben.

Lebend-Beobachtung im Wasser innerhalb der Gallerthülle mit Lupen. Fixation für Total- und Schnittpräparate: für Teilungs- und Larvenstadien bis zum Beginn der Streckung a) 1%ige Chromsäure, 24 Stunden Wasser, Entfernung der Gallerthülle, b) Zenkersche Flüssigkeit bis 8 Tage. Die Gallerthülle löst sich von selbst ab, Wasser. c) 5%iges Formalin, Wasser, Entfernung der Gallerthülle.

Zur Entfernung der Hülle bringt man die Eier zu dreien bis vieren in zur Hälfte verdünntes Eau de Javelle; sobald man sieht, daß die Hülle gelöst ist, fängt man die Eier einzeln mit einem Glasröhrchen heraus, bringt sie in mehrmals gewechseltes reines Wasser, dann in steigenden Alkohol.

Totalpräparate: zwei Tage lang in absolutem Alkohol, dann mit Terpentin oder Chloroform durchtränken, sodann verdunsten lassen. Die trockenen Eier mit hübscher Oberflächenzeichnung werden innerhalb eines Glasringes auf einen Objektträger mit einem kleinen Tröpfchen ganz dicken Kanadabalsams aufgeklebt, und das Kämmerchen mit einem Deckgläschen von passender Größe verschlossen; Befestigung des Randes mit Deckglaskitt.

Schnittpräparate: Nicht zu lange in Alkohol lassen! Aus 95%igem Alkohol Überführung in Bergamottöl, je eine halbe Stunde in weiches oder hartes Paraffin. Zum Einbetten bereite man sich ein mit Glyzerin bestrichenes Uhrschälchen vor, gieße das harte Paraffin hinein, das man über der Spirituslampe etwas erwärmt, damit es längere Zeit flüssig bleibt; mit Hilfe eines kleinen Stückes Filtrier- oder nicht zu stark geleimten Schreibpapiers fischt man das Ei aus dem Paraffin der Einbettungsschale heraus, führt es so in das Uhrschälchen über und orientiert es in der gewünschten Weise mit einer etwas erwärmten Nadel. An dem schon erstarrenden Rande des Paraffins ritze man sich sogleich zwei Marken ein, die die Richtung der ersten Furche oder den Längsdurchmesser genau angeben, damit man später über die richtige Schnittrichtung nicht im Zweifel ist. Für die Schnitte ist eine besondere Färbung nicht notwendig. Ältere Larven fixieren in Pikrinsublimat, Durchfärben mit Boraxkarmin.

Befruchtung von *Ascaris*. Durchtrennen der Hautmuskelschicht eines *Ascaris*-Weibchens in physiologischer Kochsalzlösung, Abbinden der Eischläuche mit Seidenfäden am unpaaren Ende und am Übergang der Uteri in die feinen Eischläuche. Fixieren der abgebundenen Schläuche und Alcohol absolutus 50 Teile, Eisessig 10 Teile, 24 Stunden, dann einige Minuten in 70%igem Alkohol, hierauf einige Minuten in Wasser, Färben mit Bismarckbraun, wäßrige konzentrierte Lösung, 3 Tage, ganz allmählich überführen in $^1/_3$ Glyzerin, und zwar zuerst in: 3 Teile Wasser, 1 Teil $^1/_3$-Glyzerin, dann in: gleiche Teile Wasser und $^1/_3$-Glyzerin, endlich in 3 Teile $^1/_3$-Glyzerin und 1 Teil Wasser. Je eine Stunde in den Lösungen belassen, das $^1/_3$-Glyzerin in offener Schale verdunsten lassen 2—3 Tage. Durchschneiden der

Schläuche zum Aufheben der einzelnen Stadien in besonderen Gläsern. Befruchtungsstadien findet man in der Region des Anfangs der verdickten Uterusschläuche. In den folgenden Abschnitten reihen sich dann aneinander erste Polzellenspindel, zweite Polzellenspindel und nahe der Vagina das Stadium von Ei- und Samenkern an. Man bindet die passenden Enden ab und entnimmt einer jeweils angebrachte Schnittfläche die notwendigen Präparate, die in $^1/_3$-Glyzerin betrachtet und mit Lackrand eingeschlossen werden. Man füge dem Einschließungsglyzerin etwas Bismarckbraun hinzu.

Teilungsstadien und junge Larven.

Echinodermeneier, Konservierung in Pikrinessigsäure (66 Teile Wasser, 33 Teile konzentrierte wäßrige Pikrinlösung, 1 Teil Essigsäure), 70%igem Alkohol, mehrmals wechseln. Färben mit Boraxkarmin, differenzieren mit salzsaurem Alkohol, entwässern, Zedernöl. Ältere Larven, bei denen man das Skelett erhalten will, darf man nicht in stark saure Lösungen bringen; Osmiumdampfkonservierung, Glyzerin oder Aufhellen in Kanada. — Schneckenlaich, Beobachtung im Leben.

Ältere Entwicklungsstadien. Hühnereier. Entweder unter der Henne oder besser Pute ausbrüten lassen, oder im Brutofen, von denen es eine große Anzahl von Modellen gibt (Sartorius). Die Hauptsache ist eine verläßliche Wärmeregulierung. Man kann sehr gut den Thermostaten benutzen, den man auf 38—39° Temperatur (Luft an den Eiern, nicht am Boden oder an der Decke zu messen) einstellt. Gute Lüftung erforderlich. Die Eier müssen jeden Tag umgedreht werden. Nach dem Transport sollen die Eier mindestens einen Tag ruhig liegenbleiben. Um sich vor Überraschungen zu schützen, ist es praktisch, Eier schieren zu lernen, ein Verfahren, das allerdings nur für spätere Stadien Zeit spart. Man macht sich aus einem alten Heftdeckel durch Zusammenrollen eine Röhre von etwa dem kreisförmigen Umfange des Eies und sieht durch dieses Rohr, das man direkt der oberen Seite des Eies auffetzt, auf das stark beleuchtete (helles Tageslicht, Sonne) Ei darauf. Vom dritten Tage an sieht man deutlich den Embryo, späterhin besonders den Randsinus durchscheinen, so daß keine Täuschung möglich ist; unbefruchtete Eier und klar durchsichtig.

Man legt die Eier zur Präparation oder Demonstration im Leben (schlagendes Herz am 3. oder 4. Tage) in eine mit Sand gefüllte Objektträgerschachtel (es gibt auch besondere Holzpräparierblöcke mit einer halben eiförmigen Delle). Vor der Präparation warte man stets mindestens 10 Minuten, damit der Keim Zeit hat, sich nach oben einzustellen Jetzt klopfe man zuerst den stumpfen Pol an und eröffne die Luftblase, ohne die Schalenhaut zu verletzen. Dann wird mit dem Schlage des Bügels einer kräftigen Schere die Mitte der oberen Seite angeschlagen und man beginnt etwa 1 cm entfernt von der Mitte, mit einer groben Pinzette die Splitterchen der Schale zu entfernen und die Schalenhaut aufzureißen. In diesem Moment sinkt der Eiinhalt, den Luftblasenraum ausfüllend, etwas in die Tiefe, so daß man beim weiteren Auspräparieren den Embryo nicht verletzen kann. Man legt dessen ganze Ausdehnung frei, saugt vorsichtig das Eiweiß mit einer Pipette ab und bringt Pikrinessigsublimat mit der Pipette auf die Keimscheibe; nach 5 Minuten umschneidet man die ganze jetzt oberflächlich fixierte Keimscheibe tief in den Dotter hinein mit einer Schere, fährt mit einem Hornspatel unter den Keim uud hebt ihn heraus. Vorbedingung ist allseitiges gutes Umschneiden. Mitsamt dem anhaftenden Dotter wird es in eine nicht zu kleine Schale mit Kochsalzlösung gebracht und der Dotter durch Abblasen mit dem Flüssigkeitsinhalt einer Pipette abgespült. Es gilt jetzt noch für die Oberflächentotalpräparate die Dotterhaut zu entfernen. Für Schnittpräparate kann man sie auch ruhig auf dem Keim sitzen lassen; man überträgt in beiden Fällen die Scheibe mit dem Spatel in eine große Schale Fixierungsflüssigkeit,

faßt am Rande möglichst weit vom Embryo entfernt das Präparat mit zwei Pinzetten und versucht vorsichtig, die Dotterhaut von der Keimscheibe oder auch umgekehrt abzuziehen. Alkoholreihe mit Jodzusatz, und Boraxkarmindurchfärbung, Entwässerung. Für Totalpräparate Aufhellen in Zedernöl, Montierung in Kanadabalsam, innerhalb eines flachen Glasringes auf dem Objektträger; für Schnittpräparate kurze Zeit — für eine Viertelstunde für kleine Keimscheiben, für große Embryonen entsprechend länger — in Paraffin. Ältere Hühnchen kann man unter geringen Vorsichtsmaßregeln ohne weiteres auspräparieren, nur ist der Dotter bald zu entfernen, da er die Tiere beschmutzt.

Säugetiere. Am bequemsten sind Schweineembryonen zu erhalten, die man aus dem Schlachthof bezieht, Auspräparieren aus dem Amnion, Pikrinessigsublimat, Boraxkarmin-Durchfärbung, Schnittfärbung mit Methylenblau (Knorpel) oder Bismarckbraun-Lichtgrün, gut für Schnittserien. Kaninchen und Maus kann man unmittelbar nach der Geburt belegen lassen. Entwicklungszeit: Kaninchen 33 Tage, Maus 21 Tage, Präparation junger Stadien schwierig, nicht zu empfehlen. Ältere Embryonen wie Schwein zu behandeln.

Rekonstruktionsmethoden.

Die Modellierung von Präparaten kommt im wesentlichen für die embryologischen Übungen in Betracht (s. darüber die technischen Lehrbücher). Eine sehr gute Übung ist die Aufnahme eines Untersuchungsprotokolles in graphischer Darstellung auf Millimeterpapier, am besten an einer Schnittserie. Mit Hilfe bestimmter Zeichen trägt man auf je einem Millimeter je einem Schnitte von n μ entsprechend ein, welche Organe nebeneinander getroffen sind, z. B. Rückenmark, Spinalknoten, Nierenkanälchen, Kiemen usw.

Mikroskopisch-botanische Technik einschl. Anlage von Pilz- und Bakterienkulturen.

Von Dr. Hugo Fischer, Privatdozent an der Technischen Hochschule Charlottenburg.

Literatur.

Ambronn, Anleitung zur Benutzung des Polarisationsmikroskopes. Leipzig 1892. Behrens-Küster, Tabellen zum Gebrauch bei mikroskropischen Arbeiten. 4. Aufl. Leipzig 1908. Alf. Fischer, Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena 1899. Haberlandt, Physiolog. Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig 1909. Haberlandt, Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption mechanischer Reize. 2. Aufl. Leipzig 1906. Haberlandt, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig 1905. Meyer, Erstes botanisches Praktikum. Jena 1898. Möbius, Botanisch mikroskopisches Praktikum für Anfänger. Berlin 1909. Molisch, H., Mikrochemien der Pflanze. Jena 1913. Sieben, Einführung in die botanische Mikrotechnik. Jena 1913. Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart 1899. Solereder, Ergänzungsband hierzu, 1908. Strasburger, Das botanische Praktikum. 5. Aufl. Jena 1913. Tunmann, Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913. Zimmermann, Die botanische Mikrotechnik. Tübingen 1892. Zimmermann, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Jena 1896.

Einleitung.

Die Mikroskopie hat sich in allen Teilen der Botanik ihr Feld erobert. Für die Systematik der niederen Pflanzen ist sie von vornherein selbstverständlich, für die der höheren Pflanzen ist sie ebenfalls unentbehrlich geworden einesteils in Rücksicht auf das genauere Studium der Geschlechtszellen, der Fortpflanzungsvorgänge, der Embryoentwicklung, andererseits aber auch auf die Anatomie der Vegetationsorgane, die neben der äußeren Morphologie des Aufbaues in der Systematik immer größere Bedeutung erlangt hat. Die Physiologie beansprucht sehr vielseitig das Mikroskop, einesteils für die zellphysiologischen Untersuchungen, die ja in vielen Fällen erst das Verständnis für die Ergebnisse der Experimental-Physiologie ermöglichen, sodann für die Physiologie niederer Organismen, die z. T. wenigstens nur unter dem Mikroskop verfolgt werden kann. Äußerst vielseitig ist der Gebrauch des Mikroskops in der angewandten Botanik.

Über die Einrichtung des Arbeitsplatzes, das nötige Zubehör an Gerätschaften, Reagenzien usw. können wir uns vielfach auf das im vorigen Abschnitt von H. Poll Gesagte beziehen, da die Unterschiede zwischen botanischer und zoologischer Technik nicht sehr groß sind; erstere gestaltet sich, in Rücksicht auf die Objekte, manchmal etwas einfacher.

Arbeitsraum und Arbeitsplatz.

(Vgl. S. 1 ff.). Der Arbeitsraum sei möglichst hell; Arbeitsplätze, die nicht direkt am Fenster liegen, sind möglichst zu vermeiden, die Aufstellung einer zweiten oder gar dritten Tischreihe ist ein kümmerlicher Notbehelf. Der Raum und alle darin stehenden Möbelstücke sind weiß anzustreichen. Nordlage ist, außer an trüben Wintertagen, besser als Südlage; doch gibt auch gerade ein von der Sonne durchschienener Papier- oder Leinwandschirm ein gutes Mikroskopierlicht.

Zum Präparieren ist Tageslicht auf jeden Fall vorzuziehen; nur eine allseitige künstliche Beleuchtung, wie man sie wohl selten zur Verfügung hat, kann das Tageslicht ersetzen. Anders beim Durchmustern mikroskopischer Präparate bei starker Vergrößerung; hier ist eine gute elektrische oder „hängende Gasglühlicht"-Lampe wegen der größeren Gleichmäßigkeit des Lichtes entschieden vorzuziehen.

Bei Mangel an Fensterplätzen kann man sechs- oder achteckige Praktikantentische inmitten der Zimmer aufstellen; jede Seite des Tisches etwa 1 m oder nicht viel weniger lang, mit Schieblade unter dem Tisch; mitten auf diesem eine helle Lampe wie oben, vor jedem Mikroskop eine „Schusterkugel" (vgl. S. 2).

Allgemeine und Reinigungsgeräte,

wie oben, S. 3, Nr. 1 bis 16.

Präpariergeräte.

Ein Rasiermesser zur Anfertigung der Dünnschnitte; es muß von guter Qualität sein und entsprechend gepflegt werden. Die plankonkaven Messer (die ebene Seite beim Schneiden nach unten zu halten), wie sie von mancher Seite empfohlen werden, sind zwar viel teurer und auch schwieriger zu schleifen, im Gebrauch aber kaum besser als die der gewöhnlichen, auf beiden Seiten hohl geschliffenen Form — gute Pflege ist viel wichtiger!

Abziehstein und Streichriemen. Der Abziehstein sei ebenfalls nicht von zu geringer Qualität; das Abziehen geschehe vorsichtig und gleichmäßig, — nur für Geübte! Streichriemen werden in verschiedener Größe und Ausführung gehandelt; gut sind die vierseitigen (ein Stein, ein rotes, ein schwarzes, ein gelbes Leder), oder zweiseitig mit rot und schwarz. Die roten und schwarzen Seiten sind ab und zu mit etwas zugehöriger Schmirgel-Pasta aufzufrischen: ein etwa erbsengroßes Klümpchen wird mit der Fingerspitze sorgfältig und lange auf der Fläche verrieben. — Man zieht unter mäßig starkem Aufdrücken, mit dem Rücken voran, je sechs- bis achtmal hin und zurück auf der roten Seite ab, säubert dann die Klinge, und wiederholt dasselbe sechs- bis achtmal auf der schwarzen Seite. Stets ist darauf zu achten, daß auch der Rücken des Messers flach aufliegt, daß die Schneide nur horizontal die Streichfläche berühre.

Messer, auch „Skalpelle" genannt, mit fest im Griff stehenden Klingen, ein größeres und ein kleineres, ebenfalls stets gut geschärft zu halten. Zum ersten Herrichten der Objekte genügt auch ein gutes Taschenmesser.

Präpariernadeln, zwei Stück, in Holzstäbchen befestigt. Die käuflichen gewöhnlichen Sorten sind nicht zu empfehlen, da die Nadel sich mit der Zeit abnutzt und der Griff dann wertlos ist. Daher rate ich zu den Nadeln mit abschraubbarer Fassung (nach Art der „Künstlerbleistifte"), in welche man jede beliebige Nähnadel od. dgl. befestigen kann. Auch eine zum rechten Winkel krummgebogene Nadel leistet gute Dienste.

Eine Lanzettnadel, sorgfältig zu pflegen, gelegentlich auch zu schärfen, um sie nötigenfalls auch als kleines Messerchen verwenden zu können.

Spatel und Pinsel (kleinerer Tuschpinsel) zum Aufnehmen des Präparates, letztere besonders vom Rasiermesser, dessen Schneide man niemals mit Metallnadeln berühren sollte. Auch Schweinsborsten oder Stücke von Pferdehaar, in ein gespaltenes Holzstäbchen eingeklemmt, sind zu verwenden; für sehr feine Objekte eine Augenwimper vom Schwein.

Zwei feine Scheren, eine mit geraden, eine mit gebogenen Spitzen.

Zwei Pinzetten, eine größere zum Herausfischen der Objekte aus den Aufbewahrungs-

gläsern, eine kleinere zum Anfassen kleiner Objekte für die Präparation. Cornetsche Pinzette zum Halten von Deckgläsern.

Gute gleichmäßige Korke, Hollundermark, Sonnenrosenmark (Anwendung vgl. S. 89). Aus dickeren Schößlingen der *Sambucus nigra* bzw. dicken Stengeln von *Helianthus annuus*.

Glas- und Porzellangeräte.

Dem auf S. 10 Gesagten ist kaum etwas hinzuzufügen.

Objektträger. Für die Schonung der Mikroskoptische ist die Verwendung solcher mit mattgeschliffenen Kanten doch vorzuziehen; allerdings ist der Preis wesentlich höher. Das „englische" Format, 76 × 22 mm, ist namentlich wegen größeren Seitenraumes für Etiketten u. a. entschieden das angenehmste. Größere Formate werden für botanische Objekte kaum in Frage kommen.

Hohlgeschliffene Objektträger, Deckgläschen usw. wie oben S. 11. Die letzteren werden jetzt vielfach nach der Dicke sortiert angeboten; es empfiehlt sich diejenige Stärke zu wählen, für welche das stärkste Trockensystem des Mikroskopes korrigiert ist (vgl. Artikel „Optische Instrumente"). Deckgläser von Glimmer sind nicht für Untersuchungen im polarisierten Licht zu verwenden!

Objektträger mit aufgekittetem Glasring sind als „feuchte Kammern" zu verwenden; den Glasring kann man auch durch einen Ring von Kautschuk u. a. ersetzen.

Färbegläser, wie oben S. 12; für eine größere Zahl von gleichzeitig zu behandelnden Objektträgern empfiehlt sich das Zimmermannsche „Kolosseum": einige sog. Kristallisierschalen von etwa 60 mm Höhe, aber etwas verschiedenen Durchmessern werden ineinandergestellt, so daß ringförmige Zwischenräume von wenigen mm Breite übrigbleiben. In diese füllt man die verschiedenen Farblösungen, die Mittelschale beschwert man mit Wasser, Schrot oder Sand, das Ganze wird gegen Staub und Verdunstung durch Überdecken mit einer „Käseglocke" geschützt. Man kann so eine größere Zahl von Objektträgern, die „Butterseite" nach außen, wo mit der konkaven Glaswand keine Berührung der Objekte erfolgen kann, in wenig Farblösung unterbringen.

Doppelschälchen von etwa 5 cm Durchmesser, für mehrerlei Zwecke, z. B. um kleine lebende Objekte im Wasser oder in feuchter Luft zu erhalten; auch für Färbung von Deckglaspräparaten, welche man, die beschickte Seite nach unten, auf der Farblösung schwimmen läßt. Für den Paraffinofen (vgl. S. 7 und 93) eine Anzahl „Vogelnäpfchen", als besonders billig.

Weiteres siehe oben S. 12.

Besondere Geräte für bakteriologische Arbeiten vgl. S. 105.

Mikrotom und Zubehör (vgl. auch S. 8).

Für viele Zwecke genügen die einfachen Mikrotome, als „Hobelmikrotome", auch als „Studentenmikrotome" bezeichnet. Namentlich zum Schneiden von harten Gegenständen, Endospermen, Samen- bzw. Fruchtschalen, Hölzern sind sie sehr geeignet. Das Gefriermikrotom hat in der Botanik noch wenig Anwendung gefunden, weshalb wir auf seine Darstellung hier verzichten können.

Alle Mikrotome, bei welchen, wie namentlich bei der Mehrzahl der „Schlittenmikrotome" das Messer nur an einer Seite befestigt ist, scheinen mir ebendeswegen wenig praktisch; das Messer kann um ein weniges „pendeln", und die Mikrotomschnitte fallen nicht gleichmäßig aus, häufig fällt sogar einer — ganz aus. Darum sind Mikrotome mit beiderseits befestigtem Messer jedenfalls vorzuziehen. Mit einem Mikrotom „nach Minot" habe ich sehr gute Resultate erzielt; hier steht das Messer fest, das Objekt bewegt sich, sein Auf und Nieder wird durch ein schweres

Schwungrad geregelt. In neuerer Zeit wird das „Tetrander-Mikrotom" (von Jung, Heidelberg) ob seiner vielseitigen Verwendbarkeit und sonstigen vortrefflichen Eigenschaften sehr gerühmt; allerdings ist es ziemlich teuer. — Die automatische Einstellung der Schnittdicke ist mindestens eine sehr angenehme Beigabe; bei Mikrotomen wie dem „nach Minot" beschleunigt sie das Arbeiten ungemein. Auch Schrägstellung des Messers ist oft wünschenswert (vgl. S. 89).

Wichtig beim Ankauf eines Mikrotoms ist die minimale Schnittdicke; mit der unteren Grenze von 5 μ wird man vielfach nicht auskommen, und man wird guttun, ein Instrument zu wählen, das bis auf 1 μ herunterzugehen gestattet. Freilich bedarf es dann auch eines ständig sehr gut gepflegten Messers.

Die Dicke der Klinge wähle man je nach der Härte des zu schneidenden Objekts. Die Länge des Messers sei nicht zu gering, da man bei kurzen Messern immer nur eine bestimmte Stelle der Schneide, welche sich dann rasch abnützt, gebrauchen kann.

Reagenzien.

Für allgemeine Zwecke.

Destilliertes Wasser, Alkohol, Äthyläther, Formalin, Xylol, Phenol, Chloroform, Kalilauge, Ammoniak, Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Pikrinsäure, Chromsäure, Kaliumbichromat, Osmiumtetroxyd, Sublimat s. S. 13 bis 16.

Ferner: Javellesche Lauge, Lösung von Kaliumhypochlorid, technisch als Bleichwasser verwendet; nicht mit Korkstopfen zu verwenden, da diese rasch zerfallen; bei Glasstopfen ist Vorsicht zu gebrauchen wegen Verklebens derselben; die Lösung ist nur kurze Zeit brauchbar.

Jodlösungen: Jod gesättigt in 96%igem Alkohol, etwa 10 g Jod in 100 ccm Alkohol. Jod in Jodkali, 3 g Jod, 3 g Jodkalium, 20 ccm Wasser. Auch in größerer Verdünnung: 0,3 g Jod, 0,6 g Jodkali, 100 ccm Wasser anzuwenden. Jodglyzerin, 1 g Jod in 50 ccm konz. Glyzerin. Chlorzinkjod: 30 g Zinkchlorid, 5 g Jodkali, 1 g Jod, 14 ccm Wasser.

Anilinsulfat, schwefelsaures Anilin 0,1 g, Wasser 10 ccm, 1 Tropfen konz. Schwefelsäure.

Chloralhydrat, 25 g in 10 ccm Wasser gelöst.

Kupferoxydammoniak, durch Auflösen von frisch gefälltem Kupferhydroxyd in starker Ammoniakflüssigkeit herzustellen; noch besser durch Übergießen von feinem Kupferblech mit Ammoniaklösung. Nur kurze Zeit wirksam, also stets frisch herzustellen.

Eisenchlorid, 5—10%ige wäßrige Lösung.

α-Naphthol, in alkoholischer Lösung.

Menthol, desgl.

Phenolsalzsäure, gesättigte Lösung von kristallisiertem Phenol in konz. Salzsäure.

Phlorogluzin, in 1%iger oder schwächerer alkoholischer Lösung.

Platinchlorid, in wäßriger Lösung.

Rohrzucker, gesättigte wäßrige Lösung.

Kalisalpeter, desgl.

Phosphormolybdänsäure, in 10%iger wäßriger Lösung.

Kaliumpermanganatlösung, wäßrige 1%ige Lösung.

Kupferazetat, in Alkohol zur Sättigung gelöst.

Ferrizyankalium, in 2½%iger wäßriger Lösung.

Farben und Farblösungen.

Pikrokarminlösung nach N. Löwenthal: 4 g Karmin werden mit 100 ccm Wasser und 0,8 ccm 10%iger Natronlauge erwärmt, bis alles gelöst ist, und in die heiße Lösung

unter fortwährendem Umrühren ganz allmählich, damit sich kein Niederschlag bilde, 25 ccm einer 0,5%igen wäßrigen Pikrinsäurelösung gegossen. Sofort nach dem Erkalten wird die Mischung von Natronpikrokarmin, etwa 120 ccm, mit dem halben Volumen einer 1 : 100 verdünnten Salzsäure (ausgehend von einer Säure von 16° Bé. = 1,125 spez. Gew. = 25% HCl) versetzt. Der nun entstehende rote Niederschlag wird auf dem Filter von der gelblichen Lösung getrennt, wiederholt mit destilliertem Wasser ausgewaschen, dann in etwa 150 ccm 70%igen Alkohols gelöst, welchem 1% der obigen verdünnten Salzsäure zugesetzt ist; man bringe das Filtrat mit dem Filter in das Lösungsmittel und filtriere ab, wenn alles gelöst ist Für scharfe, elektive Kernfärbungen.

Hämatoxylin-Lösungen: 1%ige wäßrige Lösung zur Färbung nach Benda.

Lösung nach Delafield: je 100 ccm destilliertes Wasser, Alcohol absolutus und Glyzerin, 10 ccm Eisessig, 2 g Hämatoxylin, dazu Alaun im Überschuß, am Licht stehen gelassen, unter öfters wiederholtem Umschütteln, bis die Lösung dunkelrot erscheint. Filtriert und gut aufbewahrt, ist die Lösung jahrelang haltbar, ohne Ausfällungen.

Hämalaun nach P. Mayer, s. S. 17.

Anilinfarben.

Fuchsin, wie mehrere der nachfolgenden in wäßriger Lösung, namentlich verdünnt, nicht lange haltbar. Als Stammlösung benutzt man eine kalt gesättigte Lösung in 96%igem Alkohol, von welcher man für Färbezwecke die nötigen wäßrigen Verdünnungen herstellt.

Karbolfuchsin, 1 g Fuchsin, 100 g Wasser, 5 g Phenol unter wiederholtem Umschütteln einige Tage bei Zimmertemperatur, ev. etwas wärmer, stehen lassen, dann filtrieren. Sehr lange haltbar, aber alle paar Monate zu filtrieren.

Gentianaviolett, s. S. 17, in alkoholischer Lösung vorrätig zu halten. Die Lösung in Anilinwasser ist nur wenige Tage haltbar, ebenso die von Fuchsin usw. „Pyoktanin" ist ein sehr reines Methylviolett.

Safranin, s. S. 17.

Methylenblau, sehr vielseitig zu verwendender Farbstoff, auch in wäßriger gesättigter Lösung lange haltbar. Zu empfehlen eine Lösung von 3 g des Farbstoffes in 100 ccm Wasser mit 0,1 g kristallisierter Soda. Alkalische Lösungen färben mehr violett, saure mehr grünlich.

Bismarckbraun (Vesuvin), s. S. 18, öfters frisch zu bereiten.

Methylgrün, 0,25 g in 1—2%iger Essigsäure gelöst.

Nigrosin, wasserlösliches, in gesättigter Pikrinsäure gelöst.

Eosin, in wäßriger gesättigter Lösung.

Kongorot, desgl., ev. mit einer Spur Soda.

Orange G, gesättigte wäßrige Lösung.

Fuchsin S oder „Säurefuchsin" (hat mit dem andern Fuchsin nur den Farbenton gemein, ist aber sonst eine ganz andere Substanz), 20 g in 100 ccm Anilinwasser. Diese Lösung ist (im Gegensatz zu anderen, s. o.) ziemlich lange haltbar.

Fettfarbstoffe: Sudan III, Scharlach R (Fettponceau), gesättigte Lösung in 75%igem Alkohol; ähnlich ist Alkannin zu verwenden. Cyanin, gesättigte Lösung in 50%igem Alkohol.

Farbstoffgemische.

Fuchsin-Methylgrün, wäßrige Lösungen oder solche in 50%igem Alkohol zusammengemischt, die Flüssigkeit muß violette Farbe zeigen.

Methylgrün-Orange-Säurefuchsin (nach Biondi), s. S. 18.

Malachitgrün-Säurefuchsin (Mobilewski): 50 ccm Alcohol absolutus werden mit Kupferazetat gesättigt, dann 50 ccm Wasser zugefügt, die Flüssigkeit filtriert, dann 1 g Malachitgrün und 0,4 g Säurefuchsin zugesetzt, nach Auflösung wieder filtriert. Von dieser Lösung vor Gebrauch 20 Tropfen in 10 ccm Wasser; färbt langsam, in 1—2 Tagen.

Salze u. a., trocken vorrätig zu halten.

Alaun, $AlK(SO_4)_2$, für Farblösungen.

Eisenammoniumalaun, $Fe_2(SO_4)_3(NH_4)_2SO_4$, desgl.

Kaliumpermanganat.

Kupfervitriol, zur Fehlingschen Lösung; geglühtes zum Entwässern von Alkohol usw.

Seignettesalz, weinsaures Kalium-Natrium, zur Fehlingschen Lösung.

Kupferazetat, zum Zuckernachweis und für andere Zwecke.

Ferrizyankalium, gelbes Blutlaugensalz.

Ferner Borax, Jodkalium, reines Jod; außerdem Chloralhydrat, Pikrinsäure, Chromsäure, Kaliumbichromat, Quecksilberchlorid.

Nährsalze, sowie besondere Reagenzien für bakteriologische Zwecke s. S. 106, 111, 112.

Öle.

Vgl. S. 20. Für botanische Zwecke außer Zedernholzöl und Nelkenöl besonders Rizinusöl, Anisöl und Zitronenöl verwendbar.

Beobachtungs- und Einschlußflüssigkeiten.

Wasser; Alkohol; Glyzerin, vgl. S. 13, 21.

Öle, wie die soeben genannten.

Chloralhydrat, s. o.

Kaliumquecksilberjodid, das Doppelsalz $2KJ.HgJ_2$, in gesättigter Lösung: 65 g HgJ_2, 50 g KJ, 25 ccm Wasser.

Für Dauerpräparate: Kanadabalsam; der gewöhnliche käufliche hat oft den Fehler, erst nach langer Zeit zu erstarren und Färbungen nicht gut zu erhalten; man kaufe den „gereinigten, zur Glashärte eingetrockneten" Balsam von Dr. Grübler (Leipzig), löse ihn in Xylol zu einer dünnen Flüssigkeit, die man filtriert und, vor Staub geschützt (mit Filtrierpapier überbunden), zur Sirupdicke eindunsten läßt; s. a. S. 21.

Tolubalsam, noch stärker lichtbrechend; in Chloroform zu lösen.

Glyzerin-Gummigemisch, s. S. 21.

Glyzerin-Gummi-Chloralhydrat, ein hohes Glas wird mit Gummiarabikum gefüllt, dieses mit einer 5—10% Glyzerin enthaltenden Chloralhydratlösung übergossen, nach Lösung filtriert.

Glyzerin-Gummi-Essigsaures Kali, ebenso herzustellen, statt Chloralhydrat gesättigte Lösung von Kaliazetat.

Nach Balint: 40 g Gummiarabikum und 60 g Hutzucker in wenig Wasser lösen, dann 10 ccm Glyzerin, 10 g Kaliazetat, 10 ccm Laktophenol und 10 ccm Eisessig zugeben. — Für diese Gummigemische ist kein Lackrahmen nötig. Gummilösungen filtrieren schlecht, man klärt sie durch langdauerndes Absetzen.

Glyzerin-Gelatine (Kaiser): 10 g feinste Gelatine in 60 g Wasser 2 Std. quellen, dann 70 g reines Glyzerin zufügen, und 1,4 g Phenol. Nun 10—15 Min. auf dem Wasserbad erhitzen, unter Umrühren, bis alle entstandenen Flocken wieder verschwunden sind. Dann heiß

über Glaswolle, die zuvor gut mit destilliertem Wasser gespült wurde, filtrieren. Vor Gebrauch in warmem Wasser zu schmelzen. — Lackrahmen nötig.

Chloralhydrat-Gelatine (Geoffroy): in 100 ccm 10%iger Chloralhydratlösung 3—4 g Gelatine bei niederer Temperatur lösen, dann filtrieren. Bald nach Auflegen des Deckglases bildet sich an dessen Rand ein Häutchen, über welches nun ein Lackrahmen gelegt werden kann.

Borax-Glyzerin-Gelatine (H. Fischer): 40 g Gelatine, 240 ccm Wasser, 25 g reines Glyzerin, 5 g Borax gemischt und auf dem Wasserbade so lange erhitzt, bis die Masse beim Erkalten flüssig bleibt. Falls noch saure Reaktion vorhanden, ist mit konz. Sodalösung zu neutralisieren, ev. bis zu schwach alkalischer Reaktion; dann bei mäßiger Wärme (etwa im Paraffinofen) längere Zeit stehen lassen, bis das Volumen etwa auf die Hälfte verringert ist. Braucht nicht erst verflüssigt zu werden; Lackrahmen nicht nötig.

Für gefärbte Präparate sind alle genannten Gummi- und Gelatinegemische nicht so gut wie Kanadabalsam.

Verschluß-Lacke: Asphalt-(Masken-)lack oder „Goldsize", ersterer mit Terpentinöl, letzterer mit reinem Leinöl zu verdünnen; auch Kanadabalsam ist geeignet.

Material und einfachste Untersuchungsmethoden.

Die Pflanzen und Pflanzenteile für unsere Untersuchungen liefert uns die freie Natur und der Garten, insbesondere der botanische Garten im freien Land und in Gewächshäusern.

Für das Sammeln von Kryptogamen sei auf folgende drei Werkchen von G. Lindau verwiesen:

Hilfsbuch für das Sammeln der parasitischen Pilze. Berlin 1901. Desgl. der Askomyzeten. Berlin 1903. Hb. f. d. Sammeln und Präparieren der niederen Kryptogamen (Pilze, Flechten, Algen und Moose umfassend) Berlin 1904.

Meeresalgen kann der Binnenländer durch Vermittelung der Biologischen Anstalt auf Helgoland oder von Rovigno oder Neapel (vgl. S. 23) beziehen. —

Im Nachfolgenden soll eine Auswahl von Objekten für die Einführung in die pflanzliche Mikroskopie gegeben werden, nicht erschöpfend, aber doch reichhaltiger, als die meisten der botanischen „Praktika" bringen.

Zelle: Isolierte Zellen aus dem Fruchtfleisch von *Symphoricarpus racemosa, Aucuba japonica.*

Zellwand: Verdickte Zellwände, z. T. mit deutlicher Schichtung im Mark von *Quercus pedunculata, Clematis, Podocarpus.* Steinzellen um das „Kernhaus" der Birne. Steinfrucht von Pflaume, Pfirsich u. a. Knollen von *Dahlia variabilis.*

Gestreifte Zellwände: Bastfasern von *Vinca, Nerium, Hoja, Ceropegia.*

Verkieselte Membranen bei *Equisetum hiemale,* Sternhaare von *Deutzia scabra;* blasenförmige Haare von *Rochea falcata.* Diatomeenzellen.

Tüpfel: Einfache Tüpfel im Endosperm von *Phoenix, Phytelephas.* Verzweigte Tüpfel in den Steinzellen wie oben. Hoftüpfel im Koniferenholz; dgl. mit spiraliger Verdickung in Holz von *Taxus.* „Fühltüpfel" der Ranken von Kukurbitazeen u. a.

Wandverdickungen: Zapfenförmige in den Rhizoiden von *Marchantia.* Ringförmige, spiralige usw. s. Gefäße. Hygroskopische Leisten in der Antherenwand, z. B. *Lilium.* Annulus des Polypodiazeen-Sporangiums.

Verschleimende Zellulose in der Samenschale von *Linum usitatissimum, Ceratonia siliqua;* Oberhaut der Teilfrüchte von *Salvia horminum.*

Membranen der Pollenkörner und Farnsporen: Pollen von *Lilium*, *Cobaea scandens*, *Althaea rosea*. Querschnitte in Glyzerin-Gummi (S. 89) von *Onopordon*, *Cirsium*. Sporen von *Ceratopteris*, *Aneimia*, *Gymnogramme calomelanos*; mit faltigem Epispor bei Aspidien i. w. Sinne u. a. (Aufhellen in siedendem Chloralhydrat).

Reservezellulose in Samen von Palmen, *Iris*, *Lupinus albus*, *Tropaeolum maius* u. a.

Kollenchym: Querschnitt von Labiaten-Stengeln, Impatiens; Blattstiele von Umbelliferen, von *Begonia*, *Lappa* u. a.; junger Stamm von *Sambucus*.

Gefäße. Ring- Spiral- und Tüpfelgefäße im Stengel-Längsschnitt von *Zea Mays*, *Rheum*, *Ricinus*, *Cucurbita* o. a. In den jüngeren Teilen ist die Entstehung der Gefäße aus aneinandergereihten tonnenförmigen Zellen zu verfolgen. Sehr breit einspringende Spiralverdickungen in Tracheiden von *Mamillaria*. Treppen-Tracheiden im Rhizom und Wedelstiel von Farnen, auch durch Mazeration (S. 90) zu isolieren.

Thyllen in älteren Gefäßen von *Robinia* oder *Cytisus laburnum*.

Siebröhren: Stengel oder Blattstiel von *Cucurbita*. Callus s. S. 97.

Milchröhren, ungegliederte bei *Euphorbia*, Morazeen, Apozynazeen, Asklepiadazeen; gegliederte bei Zichoriazeen (Wurzel von *Scorzonera*, *Lactuca*), Kampanulazeen, Papaverazeen, Karikazeen, Arazeen, Musazeen.

Sekretgänge im Phloem von *Hedera Helix*, bei Umbelliferen, Arten von *Rhus*; Harzgänge von Koniferen.

Gerbstoffschläuche in Blättern von *Sedum*, *Mesembrianthemum*, im Mark von *Sambucus*, im Phloem von *Phaseolus*; Umgebung der Gefäßbündel bei Farnen.

Gefäßbündel mit Xylem, Kambium, Phloem im Stengelquerschnitt von *Ricinus*, *Aristolochia*, *Sambucus* (jung) o. a. Kollaterale Bündel ohne Kambium bei *Zea Mays*. Mit äußerem und innerem Siebteil bei Solanazeen und Kukurbitazeen. Konzentrische Gefäßbündel, Xylem außen, Phloem innen, bei *Dracaena*, Rhizom von *Iris* und *Convallaria*. Verkehrt konzentrisch bei Farnen und Wasserpflanzen, z. B. *Hippuris*.

Normales Dickenwachstum: *Sambucus*, *Pinus*, mit deutlicher Radialstellung der Holzelemente; *Robinia*, dieselbe sehr bald verwischt; keilförmige, getrennt bleibende Xylemteile bei *Clematis*, *Aristolochia* u. a. Schlingpflanzen. „Holz" aus Parenchym mit vereinzelten Gefäßen bei *Carica*-Arten (Melonenbaum).

Abnormes Dickenwachstum: Mehrere konzentrische Kambien in der Rübe von *Beta vulgaris*, im Stengel von *Mesembrianthemum*. „Zerklüftete" Holzkörper bei kletternden Bignoniazeen und Sapindazeen.

Markstrahlen: Holz von *Pinus*, *Quercus* u. a. im Querschnitt, im radialen und tangentialen Längsschnitt.

Mazeriertes Holz, in die Einzelbestandteile zerlegt, von beliebigen Nadel- und Laubhölzern.

Kork an Stelle der Epidermis bei älter werdenden Zweigen der Holzgewächse; *Sambucus*, *Tilia* u. a.; Schale der Kartoffelknolle; Wundkork nach einigen Tagen auf Schnittflächen.

Lentizellen im Kork von *Sambucus*, *Evonymus*, *Betula* u. a.

Große Interzellularen bei Wasserpflanzen: Stengel von *Hippuris*, *Nymphaea*, *Sagittaria* u. a.

Radiale Gefäßbündel der Wurzeln: Diarche Bündel bei *Lupinus*, *Beta*, Umbelliferen, Kruziferen, Farnen; triarch bei *Pisum*; tetrarch bei *Phaseolus*, *Vicia Faba*, *Cucurbita*; polyarch bei Monokotyledonen, *Hyacinthus*, *Allium*, *Iris* usw.

Endodermis in verschiedensten Wurzeln; verdickte Zellen bei Monokotyledonen, wie *Convallaria* u. a.

Velamen der epiphytischen Orchideen.

Wurzelhaare von *Hydrocharis, Trianaea*; in Sägemehl gekeimte *Sinapis-, Brassica-* u. a. Pflänzchen.

Mykorrhiza, exotrophe bei *Fagus, Quercus, Corylus, Betula* u. a., *Pinus, Abies, Picea*; endotrophe bei Erikazeen, *Empetrum*, Orchideen *(Neottia nidus avis)*.

Vegetationspunkte: Sprosse von *Hippuris, Elodea*; Winterknospen von *Syringa*.

Wurzelspitzen von *Helianthus, Vicia Faba, Zea Mays* u. a.; am besten Mikrotomschnitte.

Dreischneidige Scheitelzelle in Knospen oder jungen Zweigspitzen von *Equisetum*; desgl. in Wurzelspitzen von Farnen; man hängt ein Farnrhizom nahe über Wasser auf, dann treibt es bald neue Wurzeln.

Zweischneidige Scheitelzelle: *Metzgeria furcata; Dictyota dichotoma.*

Blattanatomie; Querschnitte von *Scolopendrium vulgare, Iris*-Arten, wenig differenziert. Palisaden- und Schwammparenchym deutlich getrennt bei *Helleborus, Ficus elastica, Fagus silvatica*. Leitzellen von den Palisaden nach den Gefäßbündeln. Bei *Fagus* Unterschied von Sonnen- und Schattenblatt.

Isolaterales Blatt von *Iris, Callistemon.*

Nadelblätter von *Pinus, Picea, Abies.*

Erikazeentypus von *Erica, Vaccinium Oxycoccus, Ledum palustre; Empetrum nigrum.*

Rollblätter bei Gramineen: *Stipa, Nardus, Ammophila;* bei Moosen mit eigenartigem Bau: *Barbula, Polytrichum.*

Sklerenchymzellen im Blatt: *Thea, Camellia, Hakea.*

Gefäßbündelverlauf in Flächenansicht; in siedendem Chloralhydrat aufzuhellende Blätter von *Adiantum sp., Convallaria maialis, Impatiens parviflora.*

Epidermis, abziehen von den Blättern von *Hyacinthus*, Gramineen; *Cyclamen persicum;* Farnwedel.

Cuticula in Blattquerschnitten von *Clivia (Himantophyllum), Ilex, Viscum.* Zapfenförmige Höcker bei *Bambusa.*

Papillöse Epidermis, zur Perzeption der Lichtrichtung nach Haberlandt, *Tropaeolum, Begonia*-Arten; *Campanula persicifolia, Anthurium*-Arten. *Fittonia Verschaffeltii.*

Zystolithen, traubenförmige bei *Ficus elastica*, zweispitzige bei Akanthazeen.

Spaltöffnungen, Querschnitt vom *Iris*- oder *Clivia*-Blatt; eingesenkt bei fleischigen Pflanzen, z. B. *Agave, Aloe.* Flächenansicht, Blattunterseite von *Beta vulgaris*, in Reihen bei Grasblättern. Mit „Nebenzellen" bei *Tradescentia*- und *Commelina*-Arten, bei *Sedum purpurascens.*

Spaltöffnungen in Gruppen bei vielen Begonien und *Saxifraga sarmentosa;* in Gruben der Blattunterseite bei *Nerium Oleander* und an den Blättern der „Luftzweige" von *Ficus scandens.*

Atemhöhlen von *Marchantia polymorpha.*

Wasserspalten, Hydathoden, in den Blattzähnen von *Fuchsia*, von *Primula sinensis;* Endigungen der Hauptnerven bei *Tropaeolum.*

Sekretbehälter bei vielen Rutazeen *(Citrus)* und Myrtazeen *(Callistemon* u. a.*)*.

Haarbildungen; ihrer einfachen und charakteristischen Formen wegen, bei leichter Darstellbarkeit der Präparate, eignen sie sich besonders zu Übungen im mikroskopischen Zeichnen; meist an jüngeren Organen am besten zu beobachten.

Einfache einzellige und mehrzellige einreihige Haare, häufig nebeneinander. Einzellige: Blätter und Stengel von Boraginazeen; Blattränder von *Viola tricolor;* nach rückwärts ge-

richtet: Blattränder vieler Gramineen und Zyperazeen, Grannen von *Hordeum* u. a. Mehrzellig: Kukurbitazeen u. v. a.; z. B. *Sinningia* (sog. *Gloxinia*).

Hakenborsten: *Galium Aparine*.

Brennhaare: *Urtica*-Arten; mit Widerhaken bei *Loasa* und Verwandten.

Köpfchen- (Drüsen-)Haare, vielfach an Blütenstielen und Kelchblättern: *Solanum Lycopersicum*, *Nicotiana Tabacum*, Pelargonien, *Salvia officinalis* und *verticillata*, *Comarum palustre*, *Geum rivale* u. v. a. Schildförmig: Blattunterseite von *Ribes nigrum*, Kelchblätter und Blütenstiele von *Rhododendrum hirsutum* u. a. Arten. „Blasenhaare" bei *Chenopodium album*.

Zweispitzige Haare bei *Cheiranthus Cheiri*, *Chrysanthemum indicum hybridum*; als Klimmborsten bei *Humulus*.

Sternhaare bei *Alyssum*, *Draba*, *Arabis* u. a.; verkieselt bei *Deutzia scabra*.

Kandelaberhaare am Kelch von *Verbascum*-Arten; Blattunterseite von *Platanus*.

Schuppenhaare bei *Elaeagnus*, *Hippophaes* u. a.; viele Bromeliazeen, z. B. *Tillandsia*.

Idioblasten in den großen Hohlräumen des Stengels und der Blattstiele von *Nymphaea alba*.

Vielzellige Haare: Involukrum von Hierazien u. a. Zichorieen. Zotten an der Ochrea von *Rumex patientia*, an den Spitzen der *Stipulae* von *Viola tricolor*. Drüsenzotten: *Dictamnus*, *Rosa rubiginosa*, *Rubus odoratus*, *Schizanthus pinnatus*.

Borstenhaare, einzellig, mit Zystolithen: *Cannabis sativa*.

Reizbare Trichome an den Filamenten von *Cirsium*, *Centaurea* usw. Fangborsten des *Drosera*-Blattes.

Wasserblasen von *Mesembrianthemum crystallinum*.

Verkieselte Blasen bei *Rochea falcata*.

Trichom-Hydathoden: Blattunterseite von *Phaseolus multiflorus*.

Zellinhalte:

Plasma, Kern, Vakuole in den oben genannten Objekten.

Plasmolyse s. S. 103.

Plasmaströmung, in Blättern von *Elodea*, *Vallisneria*; in Haaren von *Cucurbita* u. a. Kukurbitazeen; in jungen Sternhaaren von *Althaea rosea*; Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica* und Verwandten; Wurzelhaare von *Hydrocharis morsus ranae*, *Trianaea bogotensis*; Zellen von *Chara*, *Nitella*.

Plasmodesmen s. S. 96.

Chromatophoren. Chlorophyllhaltige in beliebigen Blättern; besonders geformte bei *Selaginella*, ferner *Spirogyra*, *Zygnema*, Desmidiazeen. Gelb bis rot gefärbte: Blumenblätter (*Lupinus luteus*); Kelch von *Tropaeolum*; reife Frucht von *Solanum Lycopersicum*.

Leukoplasten: Rhizom von *Iris germanica*, *I. florentina*, von *Adoxa moschatellina*. Scheinknolle von *Phajus*.

Farbstoffe: Karotin, Anthozyan, Anthophäin s. S. 99.

Aleuronkörner: Kleberschicht der Samen von *Triticum*, *Secale* usw.; mit Kristalloiden: *Ricinus*-Samen.

Eiweißkristalle im Endosperm von *Bertholletia excelsa*, von *Musa*-Arten.

Zellkern: Der ruhende Kern am leichtesten in abgezogenen Epidermen zu sehen. Zellen von *Spirogyra*, *Zygnema*.

Kernteilungen: Geeignete Objekte sind Wurzelspitzen, von *Hyacinthus*, von Keimlingen, wie *Vicia Faba*, *Cucurbita* usw.; Antheren und Fruchtknoten von Liliazeen, *Lilium* insbe-

sondere. Belag des Embryosackes von *Fritillaria imperialis*. Fixieren, Einbetten, Schneiden, Färben s. S. 38 ff., 91 ff.

Sonstige Inhaltskörper:

Stärkekörner, konzentrische im Samen von *Triticum*, *Hordeum* usw., *Pisum*, *Phaseolus*. Exzentrische in den Knollen von *Solanum tuberosum*, *Phajus*, *Canna*, *Maranta*. Mit Chromatophor in Stämmen von *Dieffenbachia*, von *Pellionia*.

Zusammengesetzte Körner: Knollen von *Crocus*, *Colchicum* u. v. a., Samen von *Avena*, von *Fagopyrum*, von *Agrostemma Githago*.

Stäbchenförmige Körner im Milchsaft unserer *Euphorbia*-Arten; knochenförmige ebenda bei fleischigen Euphorbien, *E. splendens*, *canariensis* usw.

Korrodierte Stärke in gekeimten Kartoffelknollen, in desgl. Gerstenkörnern.

Statolithen-Stärke in der Stärkescheide jüngerer Stengel, in den Halmknoten der Gramineen, in der Haube der Keimwurzel von *Hordeum*, *Vicia*, *Phaseolus*, *Cucurbita* u. v. a.

Inulin in Rhizomen oder Wurzeln aller überwinternden Kompositen (*Dahlia*, *Helianthus tuberosus*); mit Stärke in den Zwiebeln von *Galanthus* und *Leucoium*.

Rohrzucker in der Zuckerrübe, *Beta vulgaris*.

Trauben- und Fruchtzucker (reduzierende) in Äpfeln, Birnen usw., in der Zwiebel von *Allium Cepa*.

Alkaloide und Glykoside s. S. 99.

Fette Öle: Samen von *Amygdalus*, *Fagus*, *Ricinus*, *Helianthus annuus* usw. Rhizom von *Iris germanica*, *Cyperus esculentus*. In *Pinus*-Pollen. Zur Winterszeit im Holz der „Fettbäume“: *Tilia*, *Iuglans*, *Betula*, *Pinus silvestris*. Im „Mutterkorn“, dem *Scleroticum* von *Claviceps purpurea*.

Ölkörper, Elaioplasten, in der Fruchtknotenwand von *Ornithogalum*; Epidermis junger Blätter von *Vanilla*, Perianth von *Funkia coerulea*.

Kalziumoxalat in einfachen Kristallen im Stengel von Kommelinazeen (quadratisch), bei *Iris florentina* (monoklin), auch sonst verbreitet. In Drusen bei *Rheum*, *Centradenia floribunda*, bei Kakteen u. v. a.; Blattstielknoten von *Anthurium Scherzerianum*. In Gestalt von Nadelbündeln, Raphiden, bei sehr vielen Monokotylebonen, wie Arazeen, *Musa*, Orchidazeen, Liliifloren; seltner bei Dikotylebonen: *Impatiens*, *Vitis vinifera*, *Begonia*.

Kalzium(malo)phosphat in Knollen von *Dahlia* (mit Inulin), in Blättern von *Mesembrianthemum*, in fleischigen Euphorbien, in Wedelstielen von *Angiopteris evecta*.

Fortpflanzung:

Antheren und Fruchtknoten verschiedener großblumiger Liliazeen; Samenanlagen von *Monotropa*, von Orchideen. Mikrotomschnitte.

Pollenkörner, auf der Narbe gekeimt, von *Crocus*, *Lilium* u. v. a.

Pollenkörner in ein- oder mehrprozentiger Zuckerlösung gekeimt; gelingt besonders leicht bei *Viola odorata*, *Narcissus*, *Gladiolus*.

Sexualorgane der Farne: Aussaat von Sporen am besten auf Nährlösung, weil dann keine festen Partikelchen anhaften, welche die Vorkeime beschmutzen und das Mikrotommesser verderben könnten.

Fortpflanzung der Moose: Einsammeln der „Moosblüten“, meist im zeitigen Frühjahr; Fixieren usw. wie oben. Mooskapsel im Längsschnitt, von *Funaria*, *Polytrichum*.

Fortpflanzung der Algen: Leicht zu beobachten die Konjugation von *Spirogyra*, die Sexualorgane von *Oedogonium*.

Pilze, vgl. das letzte Kapitel dieses Abschnittes S. 110. Basidiomyzeten: Lamellen von *Psalliota campestris*, *Amanita muscaria* o. a., Röhrchen von *Boletus*. Askomyzeten: Schlauchschicht von *Pesiza* o. a., Querschnitte.

Flechten, Apothezien von *Xanthoria parietina* o. a.; Bau des Thallus.

Niedere Algen sammeln wir in stehendem Wasser, an überrieselten Felsen, zwischen Torfmoosen, an grün überzogenen Baumrinden, an feuchten Wänden und Blumentöpfen im Glashaus.

Das erste Präparat.

Wohl in jedem „Praktikum" wird ein anderes Objekt zur ersten Übung für den Anfänger empfohlen. Wir wählen Kartoffelstärke, die sich ohne irgendwelche Technik herrichten läßt, und an welcher sehr viel zu lernen ist.

Auf einen sauberen Objektträger bringen wir einen Tropfen reinen Wassers; dann zerschneiden wir eine Kartoffel und schaben ganz leicht mit Messerchen oder Lanzettnadel über die Schnittfläche, um ein kleines Tröpfchen der trüben Flüssigkeit in den Wassertropfen zu übertragen. Nun legen wir ein frisch geputztes Deckglas auf den Tropfen. Alsbald sehen wir, ob wir zu viel oder zu wenig Wasser gegeben haben; für die Beobachtung soll der Raum unter dem Deckglas eben damit ausgefüllt sein; bei längerer Beobachtung ist also mitunter nachzufüllen. Einen Überschuß von Wasser entfernen wir, indem wir ein Streifchen Filtrierpapier an den Rand des Deckglases halten.

Nun legen wir das Objekt auf den Tisch des Mikroskops, so daß das Deckglas über die Blendenöffnung bzw. über die Kondensorlinse zu liegen kommt. Spiegelstellung (s. Artikel „Optische Instrumente"). Zunächst wird mit der schwachen Vergrößerung eingestellt (s. ebenda). Wir sehen eine Anzahl rundlicher, durchsichtiger Körper von verschiedener Größe, die kleineren etwa kuglig, die größeren von unregelmäßig elliptischem Umriß. Eines oder einige der größeren bringen wir in die Mitte des Gesichtsfeldes und schalten nun eine stärkere Vergrößerung ein. Wir sehen jetzt die Objekte größer als vorher, selbstredend umfaßt das Gesichtsfeld bei weitem nicht mehr so viele als zuvor. Bei genügender Feineinstellung sehen wir an jedem Stärkekorn eine feine Zeichnung: elliptische Kurven, etwa dem Umriß entsprechend, um einen Punkt gruppiert, welcher, je größer das Korn, um so näher dem einen Ende liegt. Diese Linien deuten die „Schichten" des Stärkekorns an, wasserreichere und wasserärmere Zonen von entsprechend stärkerer bzw. schwächerer Lichtbrechung.

Wichtige Dinge können wir beobachten, wenn wir die Mikrometerschraube ein wenig auf und nieder bewegen. Gehen wir mit dem Tubus nach oben, d. h. stellen wir auf einen höher gelegenen Punkt ein, so werden die Ränder des Korns dunkler, die Mitte heller, bei bestimmter Einstellung sehen wir ein ziemlich scharfes Bild etwa vom Fensterkreuz, der Lichtquelle o. dgl.; die Körner sind stärker lichtbrechend als das umgebende Wasser und wirken also wie Bikonvexlinsen. Gehen wir mit dem Tubus allmählich tiefer, so sehen wir zunächst wieder den Umriß schärfer, dann aber das Korn allmählich dunkler werdend als die Umgebung.

Wahrscheinlich haben wir im Präparat andere Objekte mit eingeschlossen, die das entgegengesetzte Verhalten zeigen: Luftblasen, an einem breiten schwarzen Rande kenntlich. Letzterer kommt infolge totaler Reflexion zustande. Haben wir auf den Rand eingestellt und heben den Tubus, so wird das Bild undeutlich, mattgrau; senken wir ihn, so tritt ein scharfer Lichtpunkt auf, der bei bestimmter Einstellung ein Bild vom Fensterkreuz o. a. zeigt: der scheinbare Brennpunkt der Konkavlinse. Denn die halbhohlkugligen Wasserkappen über und unter der Luftblase wirken wie zwei Plankonkavlinsen. Die Luftblase ist weit schär-

fer begrenzt als die Stärkekörner, weil der Brechungsindex Luft: Wasser viel größer ist als der Wasser: Stärke. — Luftblasen in der Flüssigkeit sind leicht festzustellen, schwieriger wird es dem Anfänger, dunkle Schatten im Innern von Gewebsschnitten als die Wirkung eingeschlossener Luft zu erkennen. Was wir hier gesehen, gibt uns den Anhalt, nach welchem wir auch in anderen Fällen unterscheiden können, ob ein in der Beobachtungsflüssigkeit befindlicher Körper stärker oder schwächer lichtbrechend ist als jene.

Bewegen wir nun wieder ein wenig die Mikrometerschraube, und fassen dabei den Umriß eines Stärkekorns genau ins Auge, so sehen wir bei bestimmter Einstellung doppelte oder gar mehrfache Konturen; es sind „Interferenzstreifen“, welche an manchen Objekten zu Mißdeutungen geführt haben, als ob da ein besonderes Häutchen o. dgl. vorläge. Solche Täuschungen sind immer möglich an Objekten, welche nur durch ihre Lichtbrechung sichtbar werden; sie vermeidet das gefärbte Präparat, das also bei schwierigen Unterscheidungen vorzuziehen ist.

Um uns zu überzeugen, wie sehr viel deutlicher ein gefärbtes Objekt auffällt, bringen wir wieder etwas in Wasser aufgeschwemmte Stärke auf einen Objektträger und auch auf ein Deckglas, und lassen die Tropfen antrocknen, nachdem wir jedoch einen derselben mit einem winzigen Tröpfchen einer Fuchsinlösung vermischt haben. Nach dem völligen Trocknen legen wir das Deckglas, die beschickte Seite nach unten, auf den Objektträger, auf welchen wir zuvor einen Tropfen Kanadabalsam gebracht haben. Gefärbte und ungefärbte Körner liegen nun im Balsam dicht beieinander. Unter dem Mikroskop überzeugen wir uns, wie viel stärker die gefärbten Körner auffallen als die ungefärbten; besonders deutlich bei sehr schwacher Vergrößerung, also etwa mittels einer Lupe, welche die gefärbten Körner eben erkennen läßt, die ungefärbten nicht.

Aus wie beschrieben angetrockneten Stärkekörnern richten wir uns zwei weitere Präparate her, zu denen wir einmal Alkohol, einmal Zitronenöl statt des Wassers benutzen; der Vergleich zeigt, wieviel „durchsichtiger“ in dem letzteren die Körner erscheinen, als im Alkohol, wegen des verschiedenen Brechungsexponenten der beiden Flüssigkeiten: Prinzip der „physikalischen Aufhellung“, vgl. S. 90.

Ein in Wasser liegendes Präparat benutzen wir zu einer mikrochemischen Reaktion; wir bringen an den Rand des Deckglases einen Tropfen Kalilauge — Vorsicht, daß die Lauge nicht auf das Deckglas hinauf und an das Objektiv gelangt! — und saugen diesen Tropfen an die Körner heran, indem wir an den entgegengesetzten Rand ein Streifchen Filtrierpapier halten. Die Körner quellen zu unförmlichen Massen auf; dasselbe geschieht, wenn wir Chloralhydrat, Chlorkalzium, Kaliumquecksilberjodid oder Wasser von höherer Temperatur einwirken lassen, welch letzteres mittels eines heizbaren Objekttisches geschehen kann (s. Artikel „Optische Instrumente“).

Sehr charakteristisch ist die Farbreaktion mit Jod; an ein in Wasser liegendes Präparat bringen wir, wie soeben beschrieben, ein ganz kleines Tröpfchen (Nadelspitze) alkoholischer Jodlösung; alsbald färben sich die Körner, je nach der Menge des Jods, heller bis dunkler blau. Bei Verwendung von Jodjodkali ist die Färbung mehr violett. Trocknen wir die Körner, so wird die Färbung schwächer und geht in Gelbbraun über.

Den Vorgang des Färbeprozesses kann man verfolgen, wenn man ein wenig schwache Fuchsinlösung an die Körner herantreten läßt. Man sieht, wie der Farbstoff von außen nach innen im Korn vordringt, bis es gleichmäßig durchgefärbt ist, gleichgültig, wieviel oder wie wenig Fuchsin wir verwendet haben. Diese Tatsache lehrt uns, daß die Färbung (wie auch die mit Jod) nicht auf einer chemischen Verbindung beruht, sondern Vorgängen der Lösung analog ist: das gequollene Kolloid ist eine Flüssigkeit und nimmt als solche Jod und gewisse

Anilinfarben in Lösung auf, ersteres mit der charakteristischen blauen Farbe, die aber auch anderen Jodlösungen eigen ist.

Zum Vergleich können wir noch einige andere Formen von Stärkekörnern heranziehen; vgl. S. 86

Das Präparieren aus freier Hand.

Viele kleinere Objekte, namentlich einzellige Organismen, werden direkt auf den Objektträger gebracht; wenn sie in Wasser schwimmen, unter Verwendung eines dünnen Glasrohres, das man, oben mit einem Finger bedeckt, eintaucht und dann öffnet, um ev. bestimmte Objekte einzufangen.

Fadenalgen, Schimmelmyzelien und ähnliches zerzupft man, in einem Tropfen Wasser, unter dem Präpariermikroskop oder unter Verwendung einer Uhrmacherlupe. Für Gewebe höherer Pflanzen selten anwendbar, außer nach Mazeration (S. 90).

Kleinere Organe, wie Moosblätter, oder Blattstücke, die nur am Rand, etwa wegen Haarbildungen usw., betrachtet werden sollen, schneidet man einfach ab; Samenanlagen holt man mittels Lanzettnadel bei Lupenvergrößerung aus dem Fruchtknoten heraus.

Größere Übung erfordert die Herstellung guter Schnittpräparate, für welche das stets genügend scharf zu haltende Rasiermesser dient. Nur weichere Objekte schneidet man mit diesem direkt an; man halte das Messer leicht in der Hand und ziehe es, von rechts nach links oder umgekehrt, wie es jedem handlicher ist, durch das Präparat hindurch, fast immer bemüht, möglichst dünne Schnitte zu erhalten. Dieses schräge Ziehen des Messers hat seinen guten Grund; man denke sich die Klinge als von zwei ebenen Flächen gebildeten Keil, und von einem Punkt der Schneide nach zwei zusammengehörigen Punkten des Rückens Linien gezogen; stehen diese Linien auf der Schneide senkrecht, so ist der Winkel, den sie miteinander bilden, weit größer, als wenn sie selbst mit der Schneide recht spitze Winkel bilden. Das Messer ist sozusagen um einige Male schärfer, wenn wir schräg durchziehen, als wenn wir gerade durchdrücken. Härtere Objekte, wie Hölzer oder Samen, schneidet man zuvor mit dem Skalpell zurecht, ehe man — sehr vorsichtig! — mit dem Rasiermesser die Dünnschnitte herstellt. Flächenförmige Objekte, wie Blätter, rollt oder faltet man mehrfach zusammen, um Querschnittte herzustellen. Trocken aufbewahrte Gegenstände, wie Hölzer, Endosperme oder Schalen von Samen, Thallusstücke von Algen und Flechten sind vorher in Wasser zu legen, erstere wenigstens auf der Schnittfläche zu befeuchten.

Zarte Objekte, namentlich Blätter, auch dünne Stengel usw. schneidet man zwischen Kork, Hollunder- oder Sonnenrosenmark; man spaltet das betr. Stück mit feiner, scharfer Messerklinge und klemmt in den Spalt das zu schneidende Objekt ein.

Flächenschnitte von Blättern erhält man, indem man das Blatt über den Zeigefinger der linken Hand legt und nun vorsichtig in der gewünschten Richtung schneidet. Die Oberhaut präpariert man oft leicht durch einfaches Abziehen: man schneidet ganz leicht in die Haut ein, legt den Daumen zart auf und schält nun vorsichtig ein Stück der Epidermis ab.

Vegetationspunkte von Stengeln und Wurzeln präpariert man durch sorfältiges Längsspalten zwischen Daumen und Zeigefinger, mittels des Rasirmessers.

Für manche, vorwiegend trockene Objekte empfiehlt sich Einschmelzen in Stearin: man läßt von einer brennenden Kerze einige Tropfen auf einen sauberen Objektträger fallen, bringt den Gegenstand darauf und tropft ebenso weiter, bis er ganz umschlossen ist.

Kleine, aber harte Objekte, die man zwischen den Fingern nicht mehr halten kann, spannt man in einen kleinen Schraubstock ein.

Noch kleinere Objekte, winzige Samen, Pollenkörner, Sporen von Farnen, Moosen usw. bettet man in Gummiarabikum ein, das ein wenig Glyzerin enthält. Man benutzt vorteil-

haft kleine Holzstäbchen von beiläufig 5 cm Länge und 5 mm Dicke, die man in einen durchbohrten Kork senkrecht stellt, bringt einen dicken Tropfen der Gummilösung auf die Endfläche, verrührt in diesem die betreffenden Körperchen, und läßt an staubfreiem Ort trocken werden. Dann schabt man mit dem Rasiermesser möglichst feine Späne herunter, die man auf dem Objektträger in einen Tropfen Wasser bringt, welches das Gummi weglöst.

Eine solche Glyzerin-Gummilösung empfiehlt sich auch zum Durchtränken von Hölzern oder harten Samenschalen, welche mit einem „Studentenmikrotom" geschnitten werden sollen.

Die Aufhellung.

Schnitte, die wegen ihrer größeren Dicke oder starker Anfüllung mit Inhaltsstoffen zu undurchsichtig sind, können wir „aufhellen". Wir unterscheiden die „chemische" und die „physikalische" Aufhellung.

Die letztere beruht darauf, das Objekt in eine Flüssigkeit zu bringen von höherem Brechungsindex als dem des Wassers, die aber nicht chemisch verändernd einwirkt. Schon starkes Glyzerin wirkt in dieser Weise (Exp. = 1,456); sonst sind geeignet: Xylol (1,497, rasch verdunstend), Zedernholzöl (1,510), Nelkenöl (1,533), Anisöl (1,557), Kassiaöl (1,578); in welche aber Schnitte nur über Alkohol übertragen werden können. Trockene Pollenkörner, Farnsporen u. dgl. kann man direkt eintragen.

Die chemische Aufhellung bewirkt Herauslösung der das Bild undurchsichtig machenden Inhaltsstoffe. Hierzu dienen vorwiegend Kali- oder Natronlauge, Javellesche Lauge, gesättigte Lösung von Chloralhydrat, welch letztere auch durch ihren hohen Brechungsexponenten wirkt; Chloralhydrat gibt namentlich nach Erwärmen unter Deckglas sehr klare Bilder. Ähnlich wirkt mit ganz wenig Wasser verflüssigtes Phenol.

Einen sehr hohen Brechungsindex, 1,712, besitzt das Kaliumquecksilberjodid in gesättigter Lösung, vgl. S. 81; in Glyzerin gelöst sogar 1,790. Es verquillt aber außer den Zellinhalten auch die meisten Zellmembranen, und findet nur für Diatomeenschalen, Pollen- und Sporenhäute u. dgl. Anwendung.

Sehr stark aufhellend wirkt auch, durch seinen hohen Brechungsindex, der Kanadabalsam (1,535), der vorwiegend für Dauerpräparate Verwendung findet.

Die Mazeration.

Dieselbe bezweckt, ein Gewebe in seine einzelnen Zellbestandteile zu zerlegen, was man durch Auflösen der „Mittellamelle" erreicht. Praktisch bewährt haben sich vor allem zwei Methoden:

Mazeration nach Schulze, für verholzte Objekte: Man zerschneidet Holz, Frucht- oder Samenschale oder dgl. in Stückchen von einigen mm Größe. Man übergießt in einem Reagensglas etwas chlorsaures Kali mit Salpetersäure, gibt die Pflanzenteile hinzu und erwärmt vorsichtig zum Sieden. Es entweichen scharfe Dämpfe (Chlor- und Chlorsäuren), deshalb nehme man die Mazeration nicht in dem Raume vor, in welchem Mikroskope stehen! Man läßt erkalten und schüttet den Inhalt des Gläschens in viel Wasser; nach Entfernen der Säure kann man die Stückchen in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger mittels zweier Präpariernadeln zerzupfen.

Mazeration nach Mangin, bei nicht verholzten Mittellamellen: Eintragen in Säurealkohol: 1 Vol. Salzsäure + 5 Vol. Alkohol, für 24 Stunden; dann mit Wasser auswaschen und in 10%ige Ammoniakflüssigkeit bringen. Nach kurzer Einwirkung sind die Zellen durch Druck leicht zu trennen.

Darstellung von Kieselskeletten.

Dieselben kann man durch Glühen mit Schwefelsäure auf Platinblech herstellen; besser ist das „nasse" Verfahren mit Chromschwefelsäure: Man bringt die Pflanzenteile im Reagensglas in etwas gesättigte Chromsäurelösung und übergießt diese mit dem mehrfachen Volumen konzentrierter Schwefelsäure; Vorsicht! denn es tritt starke Erwärmung ein, unter Entweichen von Säuredämpfen. Nach dem Erkalten gießt man die Flüssigkeit ab und wäscht wiederholt, unter Absetzenlassen, mit Wasser aus. Mittels eines Glasröhrchens fischt man die Stückchen heraus und bringt sie auf den Objektträger.

Geeignete Objekte sind Diatomeen, Stengel von *Equisetum*, besonders *E. hiemale*, verkieselte Sternhaare von *Deutzia scabra*.

Entkalken geschieht durch Einlegen in verdünnte Essigsäure.

Die botanische Mikrotomtechnik.

Die Fixierung.

Zwar wird vielfach auch für Objekte, die nicht ins Mikrotom gespannt werden sollen, die Anwendung einer Fixage nötig werden; doch können wir jedenfalls letztere als den Ausgangspunkt der Mikrotomarbeiten betrachten.

Das Wesen der Fixierung beruht ohne Zweifel auf einer Ausfällung der im weiteren Sinne protoplasmatischen, der „eiweißähnlichen" Substanzen. Diese sind kolloidaler Natur, vor wie nach der Fixierung, aber sie werden durch diese in einen relativ festeren Zustand übergeführt, büßen an Quellungs- und (was hier das wichtigste ist) an Schrumpfungsfähigkeit beträchtlich ein. Da regelrecht fixierte Objekte für Dinge durchlässig sind, für die sie es vorher nicht waren (z. B. Paraffin), so ist anzunehmen, daß diese Ausfällung eine (jenseits der Wahrnehmbarkeit liegende) „gitterartige" Struktur erzeugt, die vorher nicht vorhanden war. Jedenfalls muß man sich in jedem Fall die Frage vorlegen, inwieweit das Bild der fixierten Zelle auf „Kunstprodukt" beruht (vgl. Alf. Fischer, a. a. O.) Der Fixierung sind nur eiweißähnliche Substanzen zugänglich, nicht aber Zellulose, Stärkekörner u. dgl. — Die ideale Fixage soll erreichen, daß der natürliche Zustand der lebenden Zelle möglichst getreu erhalten bleibe; dazu ist eine rasche Abtötung des lebenden Zellinhaltes erforderlich.

Eine vorschriftsmäßige Fixierung ist vielfach nötig, um bestimmte Färbungen vornehmen zu können; ja, solche sind oft nur nach Anwendung bestimmter Fixagen möglich. Die bloße Fähigkeit, Farbstoffe überhaupt aufzunehmen, kommt allem abgestorbenen Eiweiß zu.

Wichtig ist es, stets nur ganz frische Pflanzenteile zu fixieren, und die Fixierungsflüssigkeit in recht großer Menge, im Verhältnis zum Volumen der zu fixierenden Stückchen, mindestes 1:30—50 anzuwenden, sie auch, namentlich im Anfang der Einwirkung, öfters umzuschwenken — das gilt besonders für alkoholische Flüssigkeiten.

Sehr kleine Objekte, Algenzellen, Sporen, Pollenkörner, kann man entweder vor der Fixierung oder nach dem Auswaschen (dieses geschieht dann durch wiederholtes Abgießen und Erneuern von destilliertem Wasser) in eine klare 1%ige Lösung von gereinigtem Agar bringen; man schmilzt diese bei 100°, läßt auf 40—45° abkühlen und bringt die betreffenden Körperchen hinein. Aus dem erstarrten Agar schneidet man geeignete Stücke, die, nachdem sie weiter den starken Alkohol passiert haben (s. S. 93), man bequem mit einer Pinzette anfassen kann.

Für pflanzliche Objekte haben sich u. a. folgende Fixierungsflüssigkeiten bewährt:

1. a) Flemming, stärkere Lösung:

1% CrO_3-Lösung	15 ccm
2% OsO_4-Lösung	2 „
Eisessig	1 „
Dest. Wasser	10 „ .

b) schwächere Lösung:

1% CrO_3-Lösung	180 ccm
2% OsO_4-Lösung	25 „
Eisessig	12 „
Dest. Wasser	210 „ .

Die Lösungen sind dunkel (in braunen Flaschen) aufzubewahren; sie erfordern eine Einwirkung von etwa 24 Stunden. Lösung a ist für sehr kleine, Lösung b für größere Objekte bestimmt.

2. Hermann:

1% $PtCl_4$-Lösung	15 ccm
2% OsO_4-Lösung	2 „
Eisessig	1 „
Dest. Wasser	18 „,

sonst wie 1.

3. Juel I, besonders für junge Organe:

2% CrO_3-Lösung	25 ccm
10% $PtCl_4$-Lösung	2,5 „
Eisessig	1 „
Dest. Wasser	75 „ .

4. vom Rath:

Pikrinsäurelösung, wäßrig gesättigt	100 ccm
2% OsO_4	6 „
Eisessig	2 „ .

Anwendung wie 1. Zu dem bei der Weiterbehandlung verwendeten Alkohol gebe man einige Tropfen gesättigter wäßriger Lösung von Lithiumkarbonat, um die Pikrinsäure sicherer zu entfernen, die manche Färbungen beeinträchtigt.

5. Juel II:

$ZnCl_2$	2 g
Eisessig	2 ccm
50—80% Alkohol	100 „ .

Verlangt 24stündige Einwirkung; dann Auswaschen in 80%igem Alkohol.

6. Carnoy:

Alcohol absol.	80 ccm
Eisessig	20 „ .

Nach 24stündiger Einwirkung mit Alkohol auswaschen, bis die Essigsäure durch den Geruch nicht mehr wahrnehmbar.

7. Benda, speziell für Chondriosomen:

1% CrO_3-Lösung	15 ccm
2% OsO_4-Lösung	4 „
Eisessig	3 Tropfen.

Anwendung wie 1, doch müssen die Objekte 5 Tage in der Lösung bleiben.

Da pflanzliche Objekte vielfach Luft enthalten, ist das Einbringen der Flüssigkeiten (ausgenommen die alkoholischen, wie 5 und 6) sehr verlangsamt; man hilft dann mit einer Luftpumpe, am besten Wasserstrahlpumpe, nach, und wiederholt das Auspumpen und Wiederzulassen von Luft so lange, bis die Objekte untersinken.

Auswaschen und Entwässern.

Das Auswaschen der wäßrigen Fixierungsflüssigkeiten geschieht am besten unter der Wasserleitung, bei ständigem Tropfenfall, mindestens einige Stunden lang, ev. über Nacht. Sehr geeignet, auch für die weitere Übertragung, sind die „Siebeimerchen", die durch einen fest aufgesetzten Kork von genügender Größe schwimmend erhalten werden. Vor dem Auswaschen der Fixage darf man die Objekte nicht mit metallenen Gegenständen berühren. Man benütze Pinzetten mit Elfenbeinspitzen oder stählerne, deren Spitzen man zuvor in geschmolzenes Paraffin getaucht hat.

Nach dem Auswaschen bringt man die Objekte in Alkohol; doch nur solche, bei denen es auf größere Feinheit nicht ankommt, vertragen den raschen Übergang; am besten bringt man die Objekte, denen sichtbares Wasser nicht mehr anhaftet, in 30%igen Alkohol, dann nach einigen Stunden in 50%igen, ebenso weiter in 70%igen, 85%igen und ca. 95%igen Alkohol. Für ganz zarte Objekte ist noch sorgfältigere Abstufung: 5%, 10%, 15% usw. erforderlich.

Ein Entwässern in absolutem Alkohol ist überflüssig, z. T. schädlich, weil viele Objekte in gänzlich wasserfreiem Zustand viel zu spröde werden, um sich dann noch glatt schneiden zu lassen.

Übertragen in Paraffin.

Unter den verschiedenen Methoden, die Gegenstände weiter in Paraffin zu bringen, sei hier nur die gangbarste erwähnt:

Aus dem 95%igen Alkohol kommen die Objekte für 24 Stunden in ein Gemisch von ebensolchem Alkohol mit Chloroform, zu gleichen Teilen; dann für 24 Stunden in reines Chloroform, nötigenfalls noch länger, bis die Objekte in dem schweren Chloroform untergesunken sind; dann in frisches Chloroform, dem man eine nicht zu geringe Menge Paraffinspäne beifügt. Etwa 2 Stunden später stellt man das Schälchen bedeckt in den Paraffinofen, nach wieder etwa 2 Stunden kann man den Deckel entfernen. Am folgenden Tage kommen die Objekte in reines, geschmolzenes Paraffin, in welchem sie im Paraffinofen abermals 24 Stunden verbleiben; letzteres kann man, mit Wechsel des Paraffins, noch für einen weiteren Tag wiederholen.

Für feinere, weichere Objekte empfiehlt sich Paraffin vom Schmelzpunkt 52°; die Temperatur des Öfchens muß einige, etwa 3—4 Grade höher eingestellt sein. Zu harten Objekten wählt man auch ein härteres, höher schmelzendes Paraffin. Serienschnitte gelingen um so besser, je weicher das Paraffin ist.

Die Einbettung in Zelloidin hat sich in die botanische Mikrotechnik kaum Eingang verschafft, so daß wir sie hier übergehen können; ebenso die Gefriermethode (s. S. 8), die allerdings den Vorteil bietet, daß man vom frischen Objekt alsbald Schnitte herstellen kann, während die Paraffineinbettung ihre 10 oder mehr Tage dauert, ehe das Mikrotom in Tätigkeit tritt.

Einbetten in Glyzeringummi s. S. 89.

Das Einbetten.

Haben die Objekte 1—2 Tage im geschmolzenen Paraffin gelegen, so sind sie reif zur „Einbettung“. Dazu seien folgende zwei Methoden empfohlen.

1. Man streicht ein sauberes Uhrgläschen mittlerer Größe sorgfältig mittels der Fingerspitze mit Glyzerin aus, erwärmt es ein wenig und legt es auf ein rundes Glasschälchen so auf, daß es fest liegt, füllt es sodann mit in einem Tiegelchen geschmolzenen Paraffin. Um die Objekte in dieses zu bringen, darf die Schmelzwärme des Paraffins nicht zu sehr überschritten sein; man erkennt die richtige Temperatur daran, daß ein beim Anblasen am Rande entstehendes feines Häutchen langsam wieder verschwindet. Nun bringt man rasch die Objekte in das Uhrglas, orientiert sie mittels einer krummgebogenen Nadel nach Wunsch, so daß die spätere Schnittrichtung der Tangente des Kreises entspricht, und schiebt sie so unter das vom Rande aus sich bildende Häutchen, daß sie nun bei zunehmender Erstarrung sich nicht mehr verschieben. Ist die Abkühlung so weit vorgeschritten, dann hebt man das Gläschen vorsichtig auf und läßt es auf einer größeren Schale kalten Wassers (vermöge Adhäsion) schwimmen; erst wenn sich eine genügend dicke Haut auf der Oberfläche gebildet hat, taucht man das Ganze rasch unter. Nach kurzer Zeit kommt der sich aus dem Uhrglas herauslösende Paraffinkern nach oben geschwommen; das Herauslösen kann man durch vorsichtiges Drehen beschleunigen. Ist der Paraffinblock festgeklebt, so sucht man ihn vorsichtig vom Rande her mit dem Daumennagel oder einem stumpfen Instrument herauszubekommen. Dieses Festkleben ist stets, wenn nicht das Ausstreichen mit Glyzerin ohne die nötige Sorgfalt geschah, eine Folge von Kalkniederschlägen aus dem Leitungswasser; es kommt nie vor, wenn man die Schälchen vor der Benutzung in sehr verdünnte Salzsäure legt. — Die ganze Methode erfordert einige Sorgfalt und Übung.

2. Bequemer gelingt das Einbetten unter Anwendung eines Kupfer- oder Messingkesselchens mit flacher Decke, auf welches man geeignete Glasschälchen oder Porzellanschiffchen stellt, nachdem sie, wie oben, vorbereitet. Man heizt den Apparat auf 60° oder etwas darüber, orientiert die Objekte in dem Paraffin nach Wunsch und leitet dann rasch kaltes Wasser in den Kessel. Weiterbehandlung wie oben.

Das Zerteilen der Paraffinblöcke führt man in der Weise aus, daß man zwischen den Objekten auf der diesen abgewandten Seite mit einem spitzen Messer Furchen zieht und nach diesen den Block zerbricht. Niemals darf man tief hineinschneiden, weil dann Sprünge entstehen, die oft mitten durch die Objekte hindurchgehen.

Wichtig ist die Etikettierung der Paraffinblöcke. Man tut gut, schon von der Fixierung an die Glasgefäße mit Ölkreidestift o. dgl. zu bezeichnen. Sobald die Objekte in starken Alkohol kommen, werfe man ein kleines Papierstückchen hinzu, auf das man mit schwarzer Tuschtinte (Perltusche) die Bezeichnung geschrieben hat. Dieses wird mit den Objekten weiter behandelt und mit eingebettet, die Schriftseite nach unten.

Zum Aufbewahren der die Objekte enthaltenden Paraffinstückchen eignen sich leere Streichholzschachteln.

Herstellung der Paraffinschnitte.

Dem auf S. 39 Gesagten dürfte kaum noch etwas hinzuzufügen sein.

Aufkleben der Schnitte.

Vgl. S. 41. Für die Weiterbehandlung der Schnitte ist es nötig, das Paraffin herauszulösen; man stellt die Objektträger in einen gut verschlossenen Glaszylinder mit Xylol; durch

gelinde Wärme (Dach des Paraffinofens, Nähe eines Heizkörpers) wird das Auflösen beschleunigt. Namentlich dickere Schnitte dürfen nicht zu bald herausgenommen werden. Dann kommen die Objekte für kurze Zeit in eine Xylol-Alkoholmischung 1:1, und aus dieser in 95%igen Alkohol, in welchem sie am besten bis zur Färbung oder sonstigen Weiterbehandlung verbleiben; vor dieser bringt man sie über 50%igen Alkohol in destilliertes Wasser.

Die Färbung.

Die mikrotechnische Färbung dürfte im wesentlichen darauf beruhen, daß die zu färbende kolloidale Substanz, als halbe Flüssigkeit, für den betr. Farbstoff ihren bestimmten Lösungskoeffizienten besitzt, der höher als der des für den Farbstoff benutzten Lösungsmittels, bzw. der Auswaschflüssigkeit sein muß. Neben diesem Gesichtspunkt mögen chemische Verwandtschaften zwischen der betreffenden Substanz und dem Farbstoff mitwirken.

Sehr belehrend ist es, das Vordringen einer Farblösung in ein mikroskopisches Objekt zu beobachten, wie S. 88 beschrieben.

Konzentrierte Farblösungen färben verhältnismäßig rasch, doch bewirken sie oft Niederschläge im Präparat, welche schwer wieder zu entfernen sind. Verdünnte Farblösungen, welche sehr saubere Bilder geben, wirken meist langsamer, sollten aber doch mehr als bisher in der Mikrotechnik Beachtung finden.

Man führt die Färbung, wie auch das Auswaschen, entweder auf dem Objektträger, mittels Tropfpipette oder Tropfgläschen, oder aber durch Einstellen der Objektträger, auf welche die Schnitte aufgeklebt sind, in Glasgefäße (S. 12) aus. Das Auswaschen soll in der Regel so lange erfolgen, als die betr. Flüssigkeit, Wasser, 50%iger oder absoluter Alkohol (ev. auch schwach angesäuerter Alkohol) sichtbare Mengen des Farbstoffs aufnimmt.

Färbung kann zweierlei bezwecken: Für Demonstrationspräparate, die in Kanadabalsam liegen, der stark aufhellenden Wirkung dieses Mittels entgegenzuwirken, weil das gefärbte Objekt (vgl. S. 88) sich viel deutlicher abhebt, oder aber die Objekte zu färben durch „elektive“ Färbung.

Für ersteren Zweck, die Deutlichmachung anatomischer Präparate, ist verdünnte Methylenblau-Lösung, etwa 1 : 10000, bei etwas längerer Einwirkung ein geeignetes Mittel; auch Hämatoxylinfärbungen sowie solche mit schwacher Malachitgrün- oder Fuchsinlösung sind zu empfehlen. Das Verfahren, durch wiederholtes, abwechselndes Eintauchen in Eisenchlorid- und in Tanninlösung eine Dunkelfärbung der Zellwände usw. hervorzurufen, ist komplizierter und deshalb weniger anzuraten.

Elektive Färbungen gibt es in großer Zahl, wir können hier nur die allerwichtigsten anführen.

Kernfärbungen.

Die oben (S. 79) beschriebene Pikrokarminlösung. Auswaschen mit 70%igem Alkohol, dann über absoluten Alkohol und Xylol in Kanadabalsam bringen.

Hämatoxylin-Lösungen (S. 46 und 80). Am geeignetsten die Eisenhämatoxylin-Färbung nach Heidenhain: erforderlich eine Lösung von H., die man stets frisch bereitet, indem man von einer vorrätig (im Dunkeln!) zu haltenden 10%igen Lösung in absolutem Alkohol je 1 ccm auf 10 ccm verdünnt, und eine 3%ige wäßrige Lösung von „Eisenalaun“, d. i. Eisenoxydammmoniumsulfat. Man bringt die Schnitte nach Xylol-, Alkohol- und Wassereinwirkung für 2 Stunden oder länger in die Eisenlösung, wäscht in viel Leitungswasser, am besten in fließendem, aus, um alle anhaftende Lösung zu entfernen, und dann in die Hämatoxylin-Lösung, wiederum für etwa 2 Stunden; man lasse die Präparate nicht zu lange in der

Farblösung stehen, über Nacht sind sie ev. in Alkohol aufzubewahren. Zur Differenzierung dient noch unbenutzte Eisenalaunlösung wie oben, die während des Verfahrens öfters zu erneuern ist; sie zieht aus dem anfangs ganz schwarz gefärbten Schnitt allmählich den Farbstoff aus. Man beobachtet die fortschreitende Differenzierung unter dem Mikroskop; die chromatischen Elemente des Zellkerns bewahren die Färbung am längsten. Nach 15 Minuten langem Auswaschen in fließendem Wasser kommen die Präparate in 96%igen Alkohol, dann für 15 Minuten oder länger in Nelkenöl. Um die Schnitte als Dauerpräparat zu erhalten, wischt man das Nelkenöl rings um dieselben ab und bringt direkt Kanadabalsam und Deckglas darauf.

Dreifachfärbung nach Flemming; hierzu drei Lösungen: 1. Safranin (von Grübler, Leipzig), 2% in 50%igem Alkohol. 2. Gentianaviolett, 1% in dest. Wasser. 3. Orange G, 0,1% in dest. Wasser. Aus Wasser bringt man die Präparate in 1, für 6—8 Stunden, dann abspülen in Wasser. Behandeln erst mit Alkohol, dann kurz mit schwach angesäuertem Alkohol (2 Tropfen HCl in 100 ccm Alkohol), die Wirkung ist unter dem Mikroskop zu verfolgen, dann wieder Alkohol und Wasser, dann 2—10 Minuten in Lösung 2; nun kurz in Wasser abspülen, bedecken mit 3, welche man durch Neigen über den Objektträger hin und her fließen läßt; dann wieder 96%igen Alkohol und Differenzieren in Nelkenöl. Das Verfahren ist beendet, wenn die Chromosomen rot, die Spindelfasern bläulich erscheinen, das Zytoplasma gelbbräunlich. Am besten für Objekte, die mit Chromsäure vorbehandelt sind.

Dreifarbgemische. Solche sind mehrere in Gebrauch, z. B. nach Ehrlich-Biondi-Heidenhain; kann fertig von Grübler, Leipzig bezogen werden. Empfohlen wird auch die Färbung nach Pianese: 1 g Malachitgrün, 0,4 g Fuchsin S (Säurefuchsin), 0,1 g Nigrosin, dazu 50 ccm Wasser und 50 ccm einer gesättigten Lösung von Kupferazetat in 96%igem Alkohol. Man bringt die Objektträger aus Alkohol in die Flüssigkeit, in welcher sie 24 Std. verbleiben. Man spült dann mit Alkohol ab und differenziert kurz, unter dem Mikroskop, in Alkohol, der auf 200 ccm 1 Tropfen HCl enthält. Sobald die Färbung des Plasmas von Grün in Rot umzuschlagen beginnt, ersetzt man den Säurealkohol durch reinen 96%igen Alkohol und diesen alsbald durch Nelkenöl.

Methylgrün-Essigsäure, zur raschen Fixierung und Färbung von Kernen in Algenzellen, in Pollenmutterzellen (durch Zerdrücken junger Antheren zu gewinnen) usw.; in 1—2%iger Essigsäure so viel Methylgrün lösen, bis die Flüssigkeit tief blaugrün erscheint. Für Fadenalgen und ähnliche Objekte, z. B. für die Kerne von *Nitella*, leistet auch Pikrin-Nigrosin, gesättigte wäßrige Lösung beider zu gleichen Teilen gemischt, gute Dienste.

Chondriosomen, winzige Körnchen in jugendlichen Zellen, welche als die Muttersubstanz der Chloroplasten angesehen werden, färbt man am besten (nach Sieben) mit Eisenhämatoxylin, ähnlich wie oben, doch müssen die Schnitte erst mindestens 2 Tage in Eisenalaun, dann nach raschem Spülen in Wasser mindestens 2 Tage in der Farblösung verbleiben; man differenziert wie oben, unterbricht aber, wenn die Kerne noch stark überfärbt erscheinen.

Anschließend sei hier der Plasmodesmen, Plasmaverbindungen, gedacht. Geeignete Objekte geben verschiedene Kotyledonar- oder Endospermgewebe *(Phoenix, Phytelephas)*, Tangentialschnitte durch primäre Rinde *(Viscum album, Rhamnus Frangula)*, das Vernarbungsgewebe an veredelten Rebstöcken. Man fixiert in 100 Tln. Wasser + 2 Tln. Formalin, zerlegt in Dünnschnitte und färbt mit Säurefuchsin (S. 80), 10 g in 100 ccm Anilinwasser. Strasburger empfiehlt: die frischen Schnitte sofort in 1%iges Osmiumtetroxyd zu bringen, nach 5 Minuten in Wasser abspülen, dann in schwache Jodjodkalilösung (0,2% J + 1,64% JK), nach 20—30 Minuten in 25%ige Schwefelsäure, nach 30 oder mehr Minuten in desgl. Schwefelsäure, die mit etwas Jod und einem Tropfen Pyoktaninlösung (1 g auf 30 ccm

Wasser; auch Methylviolett 5 B, Säureviolett 6 B oder Hoffmannsblau) versetzt ist. Nach 5 Minuten wird in Wasser abgespült und die Objekte mittels stärkster Vergrößerung, Ölimmersion, durchmustert. — Es führen viele Wege zum Ziel, jeder Autor hat seine besondere Methode.

Sonstige Färbungen und mikrochemische Reaktionen.

Im Nachfolgenden ist es nicht möglich, eine Grenze zu ziehen zwischen Färbungen und Reaktionen; so ist z. B. die sogenannte „Stärkereaktion" mit Jod sicher nichts anderes als eine Lösung des Jods in der Stärkesubstanz (S. 88). Wir bringen am besten und übersichtlichsten das färberische und mikrochemische Verhalten geordnet nach den Pflanzenstoffen:

Membranstoffe. Zellulose. Färbt sich mit sehr vielen Farbstoffen, Hämatoxylin, Anilinfarben usw.; charakteristisch die Färbung mit Kongorot, die auch an lebenden Zellen (z. B. Spirogyra) gelingt, weil das Kongorot durch die Plasmahaut nicht eindringt.

Mit Chlorzinkjod (S. 79) tritt eine Violettfärbung der Membranen ein, häufig unter Quellung.

Mit Jod, das man äußerlich abspült, und dann aufgebrachter konzentrierter Schwefelsäure erhält man rein blaue Färbung.

Kupferoxydammoniak löst, wenn frisch bereitet, Zellulose auf, nicht aber Pilzzellulose, verholzte und verkorkte bzw. kutinisierte Zellulose; Gummiarten und Reservezellulose zum Teil.

Pilzzellulose, ein komplizierteres Gebilde, aus „Hemizellulosen" und Chitin bestehend, gibt die Jodreaktionen nicht.

Chitin weist man nach, indem man die Objekte in zugeschmolzenen Röhrchen mit Kalilauge auf 180° erhitzt, nach Erkalten mit Wasser auswäscht, und dann mit einer schwach angesäuerten Jodjodkalilösung behandelt; es tritt violette Färbung ein.

Manche Pilzmembranen, besonders der Porus der Schläuche bei vielen Askomyzeten, färben sich mit schwacher Jodlösung rein blau, wie Amylum; ebenso die Zellhäute mancher Bakterien.

Verschleimte Zellulose, Gummiarten und Kallose färben sich häufig, letztere sicher, mit einer gesättigten Korallin-Sodalösung (4 oder mehr Prozent Soda) leuchtend rot. Manche verschleimte Membranstoffe färben sich schon mit Jod allein blau, andere verhalten sich wie oben Zellulose, wieder andere nehmen mit Jod nur gelbliche Färbung an.

Reservezellulose in Samen gibt ebenfalls nur z. T. die Reaktionen der gewöhnlichen Zellulose.

Verholzte Zellulose gibt einige charakteristische Farbreaktionen, die aber auf gewisse „inkrustierende" Stoffe (z. B. Vanillin) zurückgehen, welche zwar in verholzten Membranen sehr regelmäßig vorkommen, aber nicht das Wesen der Verholzung ausmachen. Leicht zu erhalten ist die Gelbfärbung mit gesättigter, freie H_2SO_4 enthaltender Anilinsulfatlösung, und die Dunkelrotfärbung mit Phlorogluzin (in Alkohol gelöst) mit Salzsäure; beide Färbungen sind nicht haltbar. Sehr zuverlässig ist die Probe nach Mäule: Man legt die Schnitte in eine 1%ige Lösung von Kaliumpermanganat, bis sie gelbbraun erscheinen, dann spült man sie in Wasser ab, überträgt sie in schwache Salzsäure und bringt nach einigen Minuten starke Ammoniakflüssigkeit darauf; die verholzten Zellwände färben sich rot.

Dauerhafte Färbungen kann man auf verschiedene Weise erhalten; z. B. man färbt die Objekte (am besten aufgeklebte Mikrotomschnitte) stark mit wäßriger Methylenblaulösung, spült schnell mit Alkohol ab und bringt nun einen Tropfen Nelkenöl darauf, das mit Eosin gesättigt ist. Unter Deckglas verfolgt man das Ausziehen der blauen Farbe; sobald die nicht verholzten Teile stark verblaßt erscheinen, spült man das Nelkenöl mit Alkohol, diesen mit

Xylol ab und schließt in Kanadabalsam ein. Das Zellnetz erscheint schön hellrot, alle verholzten Teile leuchtend blau gefärbt; wichtig, den richtigen Zeitpunkt zum Entfernen des Eosin-Nelkenöls zu wählen.

Verkorkte Membranen und Kutikula verhalten sich wesentlich anders als Zellulose, was vor allem mit ihrer Undurchlässigkeit für Wasser zusammenhängt. In konzentrierter H_2SO_4 sind sie in der Kälte unlöslich, während Zellulose gelöst wird. Ihre Reaktionen beruhen auf dem Gehalt an fett- oder wachsartigen Stoffen: Schwarzfärbung mit 1%iger Osmiumsäure, Blaufärbung in Zyaninlösung (gesättigte Lösung in 50%igem Alkohol, mit 1 Vol. Glyzerin vermischt), Färbung mit Fettfarben, z. B. rot mit Sudan III oder mit Alkannin (dieses in Eisessig gelöst); blau mit „Fettfarbe blau" von Grübler.

Eine gute Doppelfärbung, Kutikula gegen das Blattgewebe, erhält man, wenn man nach der später (S. 112) zu gebenden Vorschrift mit Karbolfuchsin und Methylenblau färbt: Gewebe blau, Kutikula rot.

Die Exine der Pollenkörner färbt man mit alkoholischer Fuchsinlösung, und hellt in mäßig starker Lösung von Chloralhydrat auf. Für Dauerpräparate Einschließen in Glyzeringelatine oder Borax-Glyzeringelatine. Die Exine hat manche Ähnlichkeit mit der Kutikula, färbt sich aber z. B. nicht mit Sudan III. In H_2SO_4 ist sie unlöslich, und nimmt häufig (z. B. *Althaea*) dunkelkirschrote Farbe an.

Inhaltsstoffe. Stärkemehl, Amylum ist besonders gekennzeichnet durch die oben besprochene Jodfärbung. In Kalilauge und Chloralhydrat findet Verquellung statt. Um sehr kleine Körnchen, z. B. in den Chloroplasten, nachzuweisen, empfiehlt sich eine mit Jodpulver versetzte Lösung von 5 Teilen Chloralhydrat in 2 Teilen Wasser; die Körnchen vergrößern sich beträchtlich und färben sich blau.

Die blaue Jodfärbung ist nicht haltbar. Für Demonstrationspräparate eignet sich folgendes Verfahren: Man färbt vor mit einer Gegenfarbe, etwa Malachitgrün, und läßt dann einen Tropfen alkoholischer Jodlösung auf den Schnitten eintrocknen, wonach in Kanadabalsam eingeschlossen wird. In einigen Tagen löst sich alles überschüssige Jod, das zunächst das Bild verdeckt, in dem Kanadabalsam auf, es erscheinen braune Stärkekörnchen in dem sonst grün gefärbten Präparat.

„Lösliche Stärke" kommt in Pflanzen nicht vor; es war eine unbegreifliche Kritiklosigkeit, so die Substanz zu bezeichnen, welche in Epidermiszellen von *Saponaria officinalis* mit Jod eine diffuse violettrote Färbung gibt. Die Substanz, ein Glykosid „Saponarin", hat mit Stärke nichts zu tun; sie kommt auch bei anderen Caryophyllazeen und sonst hier und da vor.

Inulin, im Zellsaft gelöst, durch Einlegen der Stücke in Alkohol zu erhalten. Das Inulin zieht sich in großen Tropfen zusammen, die dann erstarren, unter Bildung radialer Risse: „Sphärokristalle". Diese gehen oft durch viele Zellen hindurch. Legt man Schnitte in konzentriertes Glyzerin, so erhält man in jeder inulinführenden Zelle einen Sphäriten. Jodreaktion fehlt. Farbreaktionen löslicher Kohlehydrate: mit α-Naphthol oder Menthol und konzentrierter H_2SO_4 Lösung unter Violett- bzw. Rotfärbung.

Sonstige Polysaccharide, die als Irisin, Graminin usw. beschrieben sind, in Rhizomen von *Iris Pseudacorus*, von Gramineen usw., sind dem Inulin physiologisch ähnlich, geben aber im Mikroskop keine charakteristischen Bilder.

Zuckerarten kommen nur in Lösung vor. Rohrzucker und Traubenzucker weist man nach, indem man die Schnitte für kurze Zeit in gesättigte Kupfervitriollösung legt, rasch mit Wasser abspült und in starke, siedende Kalilauge taucht; dann gibt Rohrzucker eine blaue Lösung, Traubenzucker eine Ausfällung von Kupferoxydul in braunroten Körnchen. Dieselben Er-

scheinungen erhält man mittels der bekannten Fehlingschen Lösung unter mäßigem Erwärmen. Fruktose ist von Glykose nur makrochemisch zu unterscheiden.

Eiweißartige Inhaltsstoffe. Solche treten vorwiegend in Körnerform als „Aleuronkörner", seltener in Gestalt von „Kristalloiden" auf, letztere in mehrerlei Formen. Die Schnitte werden am besten zuvor fixiert, in absolutem Alkohol, in alkoholischer Pikrinsäurelösung oder in Formalin. Sie färben sich mit verschiedenen Anilinfarben, Fuchsin, Eosin, auch mit Borax-Karmin; im Gegensatz zum Zellkern ungefärbt in Methylgrün-Essigsäure. Mit Jod nehmen sie gelbbräunliche Färbung an. Vielfach enthalten die Aleuronkörner je ein durch stärkere Lichtbrechung ausgezeichnetes „Globoid"; diese enthalten Kalzium, Magnesium und Phosphor, wohl in organischer Bindung.

Chromatophoren, meist in Körnerform, so als Träger des Chlorophyllfarbstoffs und der dem Karotin verwandten gelben Blütenfarbstoffe, sowie Leukoplasten verhalten sich färberisch ähnlich wie Aleuronkörner; für sie ist besonders Säurefuchsin zu empfehlen. Fixierung in gesättigter alkoholischer Lösung von Pikrinsäure-Sublimat.

Chondriosomen vgl. S. 53 und 96.

Farbstoffe. Das Chlorophyll gibt mikroskopisch wenig charakteristische Reaktionen; nach Einwirkung verdünnter Säure sowohl wie auch verdünnter Lauge entstehen schmutziggrüne Zersetzungsprodukte, z. T. in Nadeln oder Plättchen auskristallisierend.

Karotin, in kleinen Kriställchen (Wurzel von *Daucus Carota*) oder an Farbstoffträger gebunden (rote Früchte, Tomaten, Hagebutten usw.), ähnlich auch fast alle gelben Blütenfarbstoffe, geben mit konzentrierter Schwefelsäure tiefblaue, mit wäßrigen Jodlösungen intensiv grünblaue Färbung.

Anthozyan, im Zellsaft roter und blauer Blüten, auch in Epidermiszellen sonst grüner Pflanzenteile (Blutbuche, Rotkohl) gelöst, wird durch Alkalien von Rot über Blau in Grün bis Gelb verfärbt, durch Säuren von Blau über Rot in Gelb, von stärkeren Säuren fast ganz entfärbt. „Festes" Anthozyan in Gestalt blauer Dendriten findet sich in Blumenblättern von *Delphinium Ajacis, elatum* u. a. Arten.

Das seltene Anthophäin (Blüten von *Vicia Faba, Delphinium elatum*), ein schwarzbraunes Pigment, ist durch seine Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol und anderen üblichen Lösungsmitteln ausgezeichnet.

Alkaloide sind im Pflanzenreich, namentlich in bestimmten Familien (Solanazeen!) sehr verbreitet. Es seien von einigen der wichtigsten, die auch nicht allzuschwer zu beschaffen sind, einige Reaktionen angegeben:

Atropin (*Atropa belladonna*) und Hyoszyamin (*Hyoscyamus niger*) sind nahe verwandt; Goldchloridlösung gibt einen hellgelben, Jodjodkalium einen aus kleinen braunen, blauschillernden Kügelchen bestehenden Niederschlag. Daturin (*Datura stramonium*, besonders in den Samen) gibt ganz ähnliche Bilder.

Nikotin (*Nicotiana tabacum*, Blätter) erzeugt mit Quecksilberchlorid und mit Kaliumquecksilberjodid weiße, mit Platinchlorid und mit Phosphormolybdänsäure gelbliche Niederschläge. Jodjodkalium ruft anfangs eine karmoisinrote Färbung, später rotbraunen Niederschlag hervor.

Veratrin (*Veratrum album*) gibt mit Schwefelsäure (1 Vol. H_2SO_4 und 2 Vol. Wasser) eine erst gelbe, dann orangerote, zuletzt schmutzigviolettrote Färbung.

Glykoside, auch hier nur einige Beispiele:

Hesperidin im Zellsaft gelöst, durch längeres Einlegen von Apfelsinenschalen in starken Alkohol ausgefällt. Es bildet dann kugelige Aggregate sehr feiner, spitzer Nadeln, dadurch

deutlich von Inulinsphäriten unterschieden. In Kalilauge mit gelber Farbe leicht löslich; im Gegensatz zum Inulin in heißem Wasser kaum löslich — dieses wird darin rasch gelöst.

Frangulin, in der Rinde von *Rhamnus Frangula*, gelbe kristallinische Massen, in Alkalien mit kirschroter Farbe löslich.

Saponarin s. S. 98.

Gerbstoffe weist man nach durch Behandlung mit schwacher Lösung von Eisenchlorid oder von Kaliumbichromat; es entsteht im ersten Fall ein schwarzgrüner bis schwarzblauer, im andern ein rotgelber Niederschlag. In lebenden Zellen, z. B. von Fadenalgen, speichern die Gerbstoffkügelchen bedeutende Mengen von Methylenblau, wenn man die Fäden in sehr verdünnten Lösungen dieses Farbstoffes verweilen läßt.

Harze, meist in starkem Alkohol löslich, in Wasser ganz unlöslich; färben sich mit Alkannin und anderen Fettfarbstoffen. Nach längerem Verweilen (etwa eine Woche) in gesättigter wäßriger Lösung von Kupferazetat erscheinen sie lebhaft smaragdgrün gefärbt.

Fette Öle, in starkem Alkohol unlöslich (von bekannteren ist nur Rizinusöl alkohollöslich), löslich in Xylol, Benzol, Chloroform usw., in Kalilauge verseift. Färben sich mit Osmiumsäure schwarz, speichern Alkannin und die verschiedenen Fettfarben. Sehr gute Doppelfärbung erhält man mit ganz schwach alkalisch gemachter wäßriger Lösung von Nilblausulfat oder -chlorid; ein Teil des blauen Farbstoffes wird als rote Farbbase ausgefällt; während Zellwände und Plasma sich blau färben, nehmen die Öltropfen schöne rosenrote Färbung an.

Ölkörper, Elaioplasten fixiert man in wäßriger gesättigter Pikrinsäurelösung; färben kann man dieselben in einem Gemisch von wäßriger Anilinblaulösung mit Alkanna-Tinktur; nach etwa 20stündigem Liegen in dieser Mischung untersucht man in Glyzerin: Plasma hellblau, Kern und Chromatophoren dunkelblau, Öl rot, Elaioplast dunkelpurpurn. Der ölartige Inhalt ist in seinem Verhalten gegen fettlösende bzw. verseifende Reagenzien nicht völlig den fetten Ölen analog.

Ätherische Öle verhalten sich gegen Osmiumtetroxyd und gegen Fettfarben ganz wie fette Öle; zur Unterscheidung dient ihre Eigenschaft, sich beim Sieden in Wasser zu verflüchtigen, auch sind sie in Alkohol vielfach löslich, ebenso in Eisessig und in wäßriger Chloralhydratlösung.

Von den interessanten „Flechtenstoffen" sei einer erwähnt, das Physcion von *Xanthoria parietina*, früher fälschlich mit der Chrysophansäure aus Rheum identifiziert. Es gibt mit Ammoniak oder Kalilauge eine kirschrote Lösung, mit Kalkwasser einen haltbaren Niederschlag von der gleichen Farbe.

Kristallinische Einschlüsse. Oxalsaurer Kalk ist in Pflanzenzellen ungeheuer verbreitet, in deutlichen Einzelkristallen, in Bündeln feiner, paralleler Nadeln, am häufigsten in morgensternförmigen Drusen, die zuweilen stark abgerundet, in Form von Sphärokristallen erscheinen (z. B. bei manchen Kakteen). Seine Kristalle sind unlöslich in Essigsäure, leicht löslich in Salzsäure, auf Zusatz von starker Schwefelsäure erfolgt ein — unter dem Mikroskop zu beobachtendes — Umkristallisieren zu Gips.

Kohlensaurer Kalk findet sich fast ausschließlich in den „Zystolithen" (s. S. 84), als Inkrustation des im übrigen aus Zellulose gebildeten Körpers. Auf Zusatz von Essigsäure wird das Karbonat unter lebhafter Entwicklung von Gasblasen (Kohlensäure) herausgelöst, Zusatz mäßig verdünnter Schwefelsäure bewirkt auch hier die Umwandlung in Gips.

Phosphorsaurer Kalk, z. T. in organischer Form als Kalzium-Malo-Phosphat, findet sich in vielen sukkulenten Pflanzen (s. S. 86) gelöst und wird durch Einlegen in starken Alkohol in Form von oft drusenartigen Sphärokristallen ausgefällt. In Knollenstücken von *Dahlia*



findet man nach längerem Liegen in Alkohol oft Sphärite, die außen aus Inulin, innen aus dem Kalksalz bestehen, oder auch umgekehrt. Durch Zufließenlassen von Schwefelsäure bringt man das Inulin in Lösung, während das Kalziumsalz zu Gips umkristallisiert.

Untersuchung im polarisierten Lichte.

Die betreffenden Verhältnisse liegen hier weit weniger verwickelt als in der Mineralogie; es kommt bei pflanzlichen Objekten meistens nur auf die Feststellung der gegenseitigen Lage der Elastizitätsachsen und ihres ungefähren Verhältnisses an. Dazu benötigen wir zweier Nicolscher Prismen, Polarisator und Analysator (s. Abschnitt „Optische Instrumente"), und eines Gipsplättchens „Rot 1. Ordnung". Wir stellen die ersteren, nachdem der Spiegel des Mikroskops in die richtige Lage gebracht ist, so ein, durch Drehung des Analysators bei feststehendem Polarisator, daß die Nicols „gekreuzt" stehen, das Gesichtsfeld also dunkel erscheint. Dann legen wir auf den Polarisator das Gipsplättchen auf, und zwar so, daß die auf der Fassung durch einen Strich oder Pfeil angegebene Achse desselben mit der Polarisationsebene des ersteren (und somit auch mit der des Analysators) einen Winkel von 45° bildet. Das Gesichtsfeld erscheint jetzt nicht mehr schwarz, sondern leuchtend rot.

Zur Erklärung dieser Erscheinung möge hier die Vorstellung genügen (Näheres in den Lehrbüchern der Physik, oder bei Zimmermann, das Mikroskop, s. S. 165ff.), als ob der polarisierte, also in einer Richtung schwingende Lichtstrahl in zwei aufeinander senkrechte Schwingungen zerlegt wäre. Diese passieren das Gipsplättchen, entsprechend seiner Anisotropie, mit verschiedener Wellenlänge, verlassen also dasselbe (wenn nicht zufällig die Phase beim Austritt wieder die gleiche wäre) mit einer Phasendifferenz. Beträgt dieselbe genau eine halbe Wellenlänge, so löschen die beiden Strahlen sich aus. Nun gälte letzteres jedoch nur für einfarbiges Licht; da wir mit weißem, alle Wellenlängen enthaltendem Licht arbeiten, so ist die Auslöschung nur in einer bestimmten Wellenlänge, also in einer bestimmten Farbe wirksam: das Gesichtsfeld erscheint in der Komplementärfarbe. Unser Gipsplättchen hat genau die Dicke, welche bei gekreuzten Nicols das „Rot 1. Ordnung" liefert.

Bringen wir nun ein doppelbrechendes Objekt auf den Tisch des Mikroskops, so wird es auf die jeweilige Richtung zu dem soeben beschriebenen optischen Apparat ankommen, ob wir in der „Newtonschen Farbenskala" (ursprünglich von den „Farben dünner Plättchen hergeleitet, wobei, aus ganz ähnlichen Ursachen, die Reihe der auftretenden Farben ganz dieselbe ist, wie im Polarisationsmikroskop) ein Auf- oder ein Absteigen beobachten. Unsere botanischen Objekte zeigen in der Regel die Farben Blau und Gelb, das Blau ist die höhere Stufe, die „Additionsfarbe", das Gelb die absteigende, die „Subtraktionsfarbe".

Wenn also ein Objekt, oder eine bestimmte Stelle desselben, blau erscheint, dann liegt die größere Elastizitätsachse des ganzes Objektes, oder die des bestimmten Teiles, parallel der Achse des Gipsplättchens; ebenso deutet gelbe Farbe an, daß die größere Elastizitätsachse senkrecht zur Achse des Gipsplättchens steht.

Als erstes Objekt für die Beobachtung wählen wir wieder Kartoffelstärke, trocken bzw. frisch entnommen und auf dem Objektträger angetrocknet. Da die Polarisationserscheinungen dann am deutlichsten zutage treten, wenn Unterschiede in der Lichtbrechung möglichst ausgeschaltet sind, so beobachten wir in einer stark lichtbrechenden Flüssigkeit, die aber die Stärkekörner nicht verquellen darf, wie etwa Chloralhydrat; wir wählen Xylol oder Zedernholzöl, oder stellen uns mit Kanadabalsam ein Dauerpräparat her. Bringen wir nun die Stärke zunächst bei gekreuzten Nicols, aber noch ohne Gipsplättchen, auf den Objekttisch, so erscheinen die Körner auf dem dunklen Gesichtsfeld hell, silberweiß leuchtend, aber mit einem schwarzen Kreuz, dessen

Schnittpunkt nicht der mathematischen Mitte des Kornes, sondern dem exzentrisch gelegenen Ausgangspunkt der „Schichtung" entspricht. Wir überzeugen uns, daß beim Drehen des genau zentrierten (s. Abschnitt „Optische Instrumente") Objekttisches das Kreuz sich nicht mit dreht, sondern die Richtung seiner Arme dieselbe bleibt, wie auch das Stärkekorn gedreht werden mag. Etwas einfacher erscheint diese Tatsache, wenn wir konzentrisch gebaute Stärkekörner, etwa von Gerste, Roggen, Weizen, Erbse, Bohne betrachten.

Führen wir nun die gleiche Beobachtung aus, indem wir in angegebener Weise das Gipsplättchen einschalten, so erscheinen die Körner in vier Sektoren geteilt, abwechselnd blau und gelb im roten Gesichtsfeld; bei exzentrischer Schichtung sind dieselben natürlich sehr ungleich. Jeder Quadrant entspricht einer der ohne Gipsplättchen weiß erscheinenden Partien. Beim Drehen des Objektes bleibt die Stellung von Blau und Gelb doch stets die gleiche, wie oben. Wir stellen fest, daß die Mittellinien der beiden blauen Quadranten parallel der Achse des Gipsplättchens stehen; das bedeutet: in jedem Teil des Stärkekornes liegt die größte Elastizitätsachse in der Richtung vom Schichtungszentrum nach der Peripherie, mit einem Wort: radial.

Diese Tatsache hat man nun früher so gedeutet, als bestände das Stärkekorn aus winzigen, bestimmt und regelmäßig orientierten, doppeltbrechenden Kristallen. Das ist nicht der Fall. Wir wollen uns jetzt überzeugen, daß auch nichtkristallinische bzw. kolloidale Körper Doppelbrechung annehmen, wenn sie beim Übergang aus weicherem in festeren bzw. festen Zustand entweder einer passiven Dehnung bzw. Zusammenpressung ausgesetzt waren oder aus inneren Ursachen sich beim Erhärten zusammengezogen oder ausgedehnt haben:

Wir halten einen Glasstab über eine Flamme, bis wir die erweichte Stelle zu einem Faden ausziehen können, und üben auf diesen Faden, wenn wir eben fühlen, daß er zu erstarren beginnt, einen starken Zug aus. Es bedarf einiger Aufmerksamkeit und Übung, dies richtig auszuführen, ohne daß der Faden abreißt. Ein Stückchen des Fadens bringen wir in Zedernholzöl unter Deckglas und beobachten nun im Polarisationsmikroskop, daß die größere Elastizitätsachse in der Längsrichtung liegt, parallel dem ausgeübten Zug.

Wir bringen ferner auf die glatte Endfläche eines kleinen, guten Korkes (die keine Steinzellen enthalten darf) einen großen Tropfen einer filtrierten, etwa 10%igen Gelatinelösung, und lassen ihn eintrocknen, bis er sich ziemlich hart anfühlt. Nun schneiden wir unter der Gelatine ein feines Korkscheibchen zusamt dieser ab und zerlegen die Gelatine mit dem Rasiermesser senkrecht zur Oberfläche in dünne Streifchen, die wir wie oben auch etwa in Zedernholzöl unter das Polarisationsmikroskop bringen. Die sonst gänzlich amorphe Gelatine ist stark doppelbrechend geworden, die kleinere Elastizitätsachse liegt in der Richtung, in welche der Tropfen beim Trocknen eingeschrumpft ist, d. h. von oben nach unten. (Es sind dabei noch kompliziertere Dinge zu beobachten, welche jedoch hier übergangen werden müssen.)

Ziehen wir aus Obigem die Nutzanwendung auf unsere Stärkekörner, so lautet sie: diese sind darum doppelbrechend, weil bei ihrer Entstehung in jedem kleinsten Teilchen eine Zusammenziehung stattgefunden hat, und zwar senkrecht zum Radius — deshalb steht jetzt die größere Elastizitätsachse parallel dem Radius.

Jetzt wenden wir uns an die schwierigeren Zellmembranen. An einem dünnen Querschnitt, etwa von Koniferenholz, überzeugen wir uns, daß, wie bei allen isodiametrischen Zellen, die größere Elastizitätsachse tangential steht, die kleinere radial, umgekehrt wie bei den Stärkekörnern. Das Verhalten deutet einen Zug in peripherischer Richtung, bzw. eine Zusammenziehung in radialer Richtung an.

Faserzellen in Seitenansicht zeigen wiederum zwei verschiedene Elastizitätsachsen, die größere längs, die kleinere quer gestellt. Häufig steht aber die größere Achse schräg zur Mittel-

linie der Faser; das entspricht einer schrägen, nur in seltenen Fällen durch eine Membranstreifung (Bastfasern von *Vinca*, *Nerium* u. a.) direkt angedeuteten Mikrostruktur der Zellwand, welche sich auch in der Schrägstellung spaltenförmiger Tüpfel und in Drehungen beim Austrocknen und entgegengesetzt beim Befeuchten der Faser (Flachs, Hanf) verrät. Die Untersuchung im Polarisationsmikroskop stößt dadurch auf Schwierigkeiten, daß in Längsschnitten leicht die Wände zweier benachbarter Zellen übereinanderliegen, während bei durch Mazeration isolierten Zellen die beiden Hälften der gleichen Zellenwand sich decken; da aber die Schrägrichtung der Struktur in beiden entgegengesetzt verläuft, heben sich die beiderseitigen Wirkungen auf, es sieht aus, als läge die Elastizitätsachse geradeaus.

Auch manche Eiweißkristalle, z. B. die im Endosperm der Paranuß, zeigen die Erscheinung der Doppelbrechung; ebenso die durch Einlegen frischer Orchideenknollen in Alkohol erhaltenen Schleimklümpchen. — Inulinsphärite verhalten sich ganz wie Stärkekörner; man wähle nicht zu große Ballen für die Untersuchung.

Einige physikalisch-chemische und physiologische Beobachtungen.

Die Quellung, Quellbarkeit ist die wichtigste Eigenschaft der Kolloide, welche die lebende Substanz wie auch das Zellgerüst aufbauen und auch die Mehrzahl aller geformten Zellinhalte ausmachen. Wir beobachten sie, indem wir wie oben S. 87 etwas Kartoffelstärke auf einem Objektträger antrocknen lassen, dann unter Deckglas in starkem Alkohol die Länge und Breite eines bestimmten Korns mittels Meßokulars ermitteln, dann, ohne das Präparat zu verschieben, Wasser zutreten lassen und abermals die Länge und Breite bestimmen. Um die Volumzunahme zu ermitteln, setzen wir die Tiefe in jedem Fall gleich der Breite und multiplizieren die jederseits gefundenen drei Werte. (Weitergehende Quellung wird durch Zusatz von Kalilauge u. a. erreicht; vgl. S. 88.) Ähnlich kann man die Quellung an Querschnitten aus Koniferenholz, an Sklerenchymzellen u. dgl., sehr schön an Querschnitten durch den unteren, stengelförmigen Thallusteil größerer Fucazeen oder Laminariazeen studieren. Quellbare Schichten in Samenschalen u. dgl. s. S. 82.

Faserzellen quellen bzw. schrumpfen vielfach verschieden stark nach verschiedenen Richtungen; z. T. treten dabei Drehungen auf, die auch makroskopisch beobachtet werden können.

Plasmaströmung; geeignete Objekte s. S. 85. Durch höhere Temperatur wird die Geschwindigkeit zunächst gesteigert, bis sie bei höheren Wärmegraden wieder abnimmt und zuletzt stillsteht: Wärmestarre. Abschluß von Sauerstoff bringt die Bewegung zum Stillstand. An manchen Objekten tritt die Strömung erst infolge der Präparation ein: Blätter von *Elodea*, *Vallisneria*.

Plasmolyse. Durch Salz- oder Zuckerlösungen, welche zwar durch die Zellmembran, nicht aber durch die Plasmahaut eindringen, wird dem Zellsaft so viel Wasser entzogen, daß der Plasmaschlauch sich von der Zellwand zurückzieht und zur Kugel ballt, zuweilen mit dieser durch sehr feine Fäden verbunden bleibend.

Starke, 10- oder mehrprozentige Lösungen von Salpeter oder Rohrzucker verwendet man für die Zellen des Fruchtfleisches von *Symphoricarpus* und ähnliche Objekte; viel schwächere für Algenzellen wie *Spirogyra* u. a. Ersetzt man die Lösung durch reines Wasser, so dehnt sich der Plasmaschlauch wieder, bis er die Zellhaut allseitig berührt, wie im normalen Zustand. Dies kann einige Male hin und her wiederholt werden, bis der lebende Zellinhalt durch die Behandlung zu sehr geschwächt ist, um noch zu reagieren.

Die plasmolytische Wirkung verschiedener löslicher Stoffe ist zunächst umgekehrt prozentual dem Molekulargewicht, wird aber weiter durch den Dissoziationsgrad beeinflußt. Zellen aus der Knolle von *Dahlia* und *Helianthus tuberosus* werden ziemlich leicht plasmolysiert, obwohl

sie eine 30- oder mehrprozentige Lösung von Inulin enthalten: Beweis für das hohe Molekulargewicht des zu den Kolloiden zählenden Inulins.

Bringen wir Algenzellen in eine eben noch plasmolysierende Glyzerinlösung, so geht nach einiger Zeit die Plasmolyse von selbst zurück, weil das Glyzerin ziemlich leicht und rasch die Plasmahaut durchdringt.

In langgestreckten Zellen gelingt es oft, den Plasmakörper in mehrere kugelige Massen zu teilen, die für einige Zeit weiter leben können; eine derselben erzeugt sogar eine neue Zellulosehaut, nämlich diejenige, welche den Zellkern enthält.

Der Plasmolyseversuch gelingt nur an lebenden Zellen; totes Protoplasma läßt die betr. Lösungen hindurchtreten, es fehlt also die wichtigste Vorbedingung für die Plasmolyse.

Unterscheidung lebender und toter Zellen gelingt noch in anderer Weise. Lebende Zellen mit gefärbtem Zellsaft (rote Rübe, Blumenblätter, Oberhaut rot gefärbter Laubblätter) lassen von dem Farbstoff nichts in das umgebende Wasser austreten; vergiften wir aber die Zellen, so erfolgt rasch ein Herausdiffundieren des Farbstoffs, der unter Umständen nun von den Zellbestandteilen teilweise gespeichert wird.

Auch die Färbbarkeit in Anilin- u. a. Farben ist fast ausschließlich eine Eigenschaft der abgestorbenen oder von vornherein unbelebten Substanz (Aleuronkörner); wobei zu berücksichtigen ist, daß stärkere Farbstofflösungen in der Regel giftig wirken.

Beobachtung lebender Zellen im „hängenden Tropfen" s. S. 111.

Herstellung von Dauerpräparaten. Über diese ist an verschiedenen Stellen unseres Buches (S. 50, 81) schon einiges gesagt, so daß wir uns hier kurz fassen können: Balsampräparate sollen in etwa 24 Stunden hart geworden sein — andernfalls ist der Balsam nicht gut, enthält schwer trocknende Bestandteile, die wohl auch die Färbung abschwächen können. Ungefärbte Objekte bewahrt man besser in den aus Gelatine oder Gummi hergestellten Medien (S. 81) auf. In diesen halten sich Färbungen der Kutikula (s. S. 98) u. dgl. besser als in Balsam. Die selbst trocknenden Einschlußmittel bedürfen keines besonderen Verschlusses; bei Verwendung der sonst vortrefflichen Kaiserschen Glyzerin-Gelatine ist aber ein Lackrahmen nötig, von Maskenlack, Asphaltlacke, Goldsize oder dem rasch festwerdenden Lack nach Krönig, aus 1 Teil Wachs und 4 Teilen Kolophonium. Dieser Lack muß vor Gebrauch durch Erwärmen verflüssigt werden; man kann ihn mit einem erwärmten Spatel oder Glasstreifen auf die vier Seiten des Deckglases auftragen, indem man mit der Kante des ersteren auf den Rand des Deckglases aufsetzt und nach dem Objektträger herunterzieht. Wichtig ist, daß kein Glyzerin oder Wasser mehr am Glase haftet. Die erstgenannten Lacke trägt man mittels Pinsels auf, was nach einigen Tagen zu wiederholen ist; am schönsten werden die Lackrahmen bei Verwendung runder Deckgläser und einer „Drehscheibe" (bei den Mikroskopfirmen käuflich). Die Lackrahmen dürfen erst einige Tage nach Herstellung des Präparates angebracht werden.

Zarte, leicht schrumpfende Objekte bringt man erst in einen großen Tropfen Wasser mit wenig Glyzerin, welchen man an einem staubfreien Ort bis zum andern Tage einbunsten läßt, so daß das nicht verdunstende Glyzerin von selbst immer dichter wird; dann erst bringt man einen Tropfen der Einschlußflüssigkeit darauf.

Um Objekte für kurze Zeit unter Deckglas für die Beobachtung aufzubewahren, kann man das in Wasser liegende Präparat mit Paraffin umrahmen, indem man einen Spatel oder Objektträger an einem Ende anwärmt, auf ein Stück Paraffin hält und dann verfährt, wie soeben für den Krönigschen Lack angegeben.

Gefärbte Präparate, welche öfters zur Projektion verwendet werden sollen, werden allmählich in ihrer Färbung nachlassen. Man kann dem nur begegnen, indem man die Färbung

von vornherein so intensiv als eben zulässig ausführt, und, wenn dieselbe doch mit der Zeit abgeschwächt erscheint, das Deckglas durch Einstellen in Xylol entfernt, das Präparat mit Alkohol gut auswäscht und von neuem färbt.

Pilz- und Bakterienkulturen.

Literatur.

Küster, Kultur der Mikroorganismen. 2. Aufl. Leipzig 1913. Löhnis, Landwirtsch.-bakteriologisches Praktikum. Berlin 1911. Meyer, Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena 1903.

Die Geräte.

Zum Züchten der Bakterien und niederen Pilze sind einige weitere, oben noch nicht erwähnte Gerätschaften erforderlich:

Sterilisationsapparate. Ein oder einige Heißluft-Trockenschränke, der Raumersparnis wegen am besten an einer (feuersicheren) Wand aufzuhängen, mit starkem Gas-, Spiritus- oder Petroleumbrenner, und mit Thermometer bis mindestens 160° C.

Ein Autoklav, je nach Bedarf größer oder kleiner, mit Reguliermanometer, der auf 2—2½ Atmosphären Druck geprüft ist.

Ein geräumiger Kochtopf mit Deckel und durchlöchertem Einsatz (dieser am besten von Porzellan); er sei möglichst dauerhaft; kann zur Not den Autoklaven ersetzen.

Einige kleinere emaillierte Kochtöpfe zum Ansetzen der Nährlösungen und zum Einstellen der Röhrchen beim Sterilisieren oder Schmelzen der Nährböden.

Ferner ein Heißwassertrichter zum Filtrieren von Gelatine und Agar; jedesmal vor Gebrauch auf Dichtigkeit der Verbindung zwischen Glastrichter und Metallmantel zu prüfen.

Kulturgefäße. Eine Anzahl gewöhnlicher Reagensgläser, 160 mm lang, 10 und 15 mm breit; dazu ein Quantum weißer, „hydrophiler" Watte.

Glaskolben in verschiedener Größe, am besten das konische „Erlenmeyer"-Format, das mit seinem breiten Boden eine recht große Kulturfläche abgibt.

Doppelschalen von Glas, teils „Petrischalen", etwa 10 cm breit und von 1—2 cm Höhe, teils auch höhere.

Flache, rechteckige Fläschchen, an Stelle der Reagensgläser, besonders für Dauerkulturen geeignet; sie geben eine breite Kulturfläche (etwa 6 × 5 cm), sind wegen des engen Halses ziemlich gegen Fremdinfektion geschützt und lassen sich leicht etikettieren und ordnen.

Allgemeine Gebrauchsgegenstände: Einige Platindrähte, ein gerader (für Stichkulturen), ein an der Spitze schwach gebogener (für Strichkulturen), ein zur Öse gebogener. Man verwendet sie in ein Glasrohr ein- oder an einen Glasstab angeschmolzen; sehr praktisch sind Halter mit Schraube (nach Art der „Künstlerbleistifte"), zur Hälfte aus Aluminium, zur Hälfte aus Hartgummi bestehend.

Glasstäbe und als Pipette verwendete Glasröhrchen, auch in Kapillaren ausgezogene, zum Überimpfen oder zur Entnahme von Untersuchungsmaterial.

Die ziemlich kostspieligen Thermostaten oder Brutschränke wird man für unsere Zwecke meistens entbehren können. Zur Aufbewahrung der Kulturen genügt ein möglichst staubdichter Schrank, der ab und zu mit einer 0,1%igen Sublimatlösung auszuscheuern ist.

Die Nährböden.

Flüssige Nährböden.

Zur Herstellung solcher wird vielfach Leitungswasser genügen; wo es auf chemisch-exaktes Arbeiten ankommt, verwende man destilliertes Wasser und nur Glasgeräte von „Jenaer Glas".

„Der" Nährboden für Bakterien usw. war lange Zeit die „Bouillon", Fleischbrühe. Sie wird heute vorwiegend noch in der medizinischen Bakteriologie gebraucht. Wir können ihrer entraten, da wir hier von vornherein auf alle pathogenen Mikroorganismen verzichten. Deren Züchtung ist von einer behördlichen Genehmigung abhängig, welche grundsätzlich nur entsprechend eingerichteten medizinischen Instituten gewährt wird.

An Stelle der Fleischbrühe kann man eine 1%ige Lösung von „Maggis gekörnter Fleischbrühe", oder eine solche von Liebigschem Fleischextrakt verwenden; an Stelle des letzteren kann auch eines jener aus Heferückständen der Brauereien und Brennereien erzeugten Surrogate dienen, die als „Ovos" und unter anderen Namen in den Handel kommen. Man wäge das Töpfchen zuvor mit Inhalt, verflüssige dann letzteren durch Erwärmen, spüle mit warmem Wasser nach, bestimme das Gewicht des trockenen Gefäßes, danach das Gewicht des Inhaltes und fülle die gewonnene Lösung so weit auf, daß man eine 10- oder 5%ige Lösung erhält, die man in einzelne Röhrchen füllt, wie oben sterilisiert und aufbewahrt.

Pepton „Witte", ein ziemlich reines Gemisch von Albumosen, in 1—2%iger, für bestimmte Zwecke in 5—10%iger Lösung. Ähnlich zu verwenden „Nährstoff Heyden".

Vorgenannte stickstoffreiche Substanzen sind vielfach als für Bakterien einzig geeignet angesehen worden; eine einfache Erwägung lehrt uns, daß die Mikroorganismen (für Atmung und Gärung) weit mehr Kohlenstoff als Stickstoff verbrauchen, so daß also Zucker od. dgl. enthaltende Nährböden im allgemeinen vorzuziehen sind! Ein sehr geeigneter Stoff ist

Malzextrakt, als trockenes Pulver käuflich (auch in Form der — noch unvergorenen — „Bierwürze" aus einer Brauerei zu beziehen). In 1—2%iger, auch stärkerer Lösung zu verwenden.

Bestimmt zusammengesetzte Nährböden:

Die oben angegebenen Substanzen enthalten die für das Mikrobenwachstum nötigen Mineralstoffe; für die folgenden nimmt man praktisch als Grundlage die „stickstofffreie Minerallösung" nach A. Meyer:

Auf 1 l Leitungs- oder dest. Wasser 1 g K_2HPO_4, 0,3 g $MgSO_4$ krist., 0,1 g $CaCl_2$, 0,1 g NaCl, 0,01 g F_2Cl_6; im folgenden als ML bezeichnet.

ML mit 1% chemisch reiner Dextrose, für Mikroben, welche freien Stickstoff aus der Luft aufnehmen. Auch Mannit an Stelle der Dextrose.

ML mit 1% Dextrose und 0,1% KNO_3 oder 0,1% $(NH_4)_2SO_4$ oder 0,1% weinsaurem Ammoniak oder 0,1% Harnstoff oder 0,1% Asparagin oder 0,1% Pepton Witte, um die Tätigkeit der Bakterien usw. zur Verarbeitung der betr. Stoffe zu prüfen.

ML mit 1% reiner Saccharose, Maltose, Laktose oder anderen Zuckerarten, zwecks Prüfung auf ihre Verwertbarkeit; ein entsprechender Zusatz einer der soeben genannten Stickstoffverbindungen wird in der Regel nötig sein.

ML mit 1% Harnstoff, oder Asparagin, oder weinsaurem Ammoniak.

Die relative Fähigkeit, in solchen Lösungen zu wachsen, ist namentlich bei Bakterien oft sehr charakteristisch.

Andere Nährlösungen für bestimmte Zwecke werden später beschrieben.

Weiter, sehr einfach herzustellende Nährböden sind: filtrierte Abkochung von Backpflaumen, von weißen Bohnen; für mistbewohnende Arten Abkochung von Stalldünger. Sehr wichtig ist auch das Wachstum von Bakterien in Milch, und die Veränderungen desselben während der Bakterienentwicklung.

Erstarrende Nährböden.

Gelatine, feinste Speisegelatine, in Lösungen nicht unter 6%, im Sommer von mindestens 10%; reagiert sauer und muß genau und während der Bereitung wiederholt mit tropfen-

weis zugesetzter konzentrierten Sodalösung neutralisiert werden, da die saure Reaktion wiederkehrt. Erwärmen bei alkalischer Reaktion aber vermindert die Fähigkeit zu erstarren! Man quellt die Gelatine mit der zu verwendenden Nährlösung ein, bringt sie noch einige Zeit ins kochende Wasserbad, läßt nach häufigem Umrühren bis etwa 35° abkühlen, gießt unter Umrühren in dünnem Strahl das mit etwas Wasser verdünnte Weiße eines frischen Hühnereies hinzu, kocht nochmals auf dem Wasserbade auf — niemals auf freiem Feuer! — und filtriert durch zuvor befeuchtetes Filtrierpapier im Heißwassertrichter.

Agar, am besten in „Stangen"; wo es auf besondere Zwecke — chemische Reinheit, Kultur niederer Algen, Stickstoff assimilierender Bakterien — ankommt, mindestens 4 Tage in fließendem Wasser auszuwaschen. Meistens wird eine 3/4- bis 1%ige Lösung genügen, event. bis 1 1/2ige. Löst sich nur in kochendem Wasser, verträgt aber auch längeres Kochen, selbst bei erhöhtem Druck. Nur darf die Reaktion nicht deutlich sauer oder alkalisch sein; in letzterem Fall wird die Masse beim Kochen braun, in ersterem verliert sie rasch völlig die Fähigkeit zu erstarren. Kann im Heißwassertrichter, im Autoklaven oder im großen Kochtopf filtriert, oder durch einfaches Absetzen geklärt werden: von der erstarrten Masse entfernt man den trüben Bodensatz mit dem Messer.

Kieselgallerte. Man verdünnt einen Raumteil des käuflichen „Wasserglases" mit 5 Teilen Wasser, und gibt dazu unter Umrühren etwa 2 Teile käufliche Salzsäure; die Mischung soll noch schwach basisch reagieren. Man gießt sie in Petrischalen, läßt erstarren und wäscht in fließendem Wasser aus. Um bestimmte Nährstoffe beizugeben, schneidet man am Rande ein kleines Dreieck aus der Gallerte heraus.

Feste Nährböden.

Viel verwendet werden Kartoffeln, wenig mehlige, sog. „Salatkartoffeln". Gut mit einer scharfen Bürste gereinigt, von allen „Augen" befreit, für 1 Stunde in 0,1%ige Sublimatlösung gelegt, dann mit sterilem Messer geschält, halbiert und, mit den zu beimpfenden Schnittflächen nach oben, in zuvor sterilisierte Glasschalen gelegt. Sicherer geht man, sie nachher noch im Autoklaven zu sterilisieren. Für säureempfindliche Mikroben ist etwas Schlemmkreide auf der Schnittfläche zu verteilen.

Mohrrüben, ebenso zu verwenden; Scheiben von Zuckerrüben.

Obst, frisches oder Dörrobst, nach Bedarf zerkleinert.

Brot, weißes oder graues, in Scheiben geschnitten und in Glasschalen gelegt; kann noch mit Zuckerlösung, Pflaumendekokt od. dgl. durchtränkt werden.

Gipsplatten; 2 Teile feinen Gipses mit 1 Teil Wasser gut verrühren, unter Vermeidung von Luftblasen, auf Glasplatte ausgießen und auf die gewünschte Dicke, etwa 5 bis 10 mm, bringen; nach Bedarf zerschneiden, sechseckige Stücke für Schalen, schmale Streifen für Reagiergläser. Sehr praktisch ein Sechseck von Blech, mit dem man aus der noch weichen Masse, wie aus Kuchenteig, Platten heraussticht, die in die Kulturschalen passen. Mit den gewünschten Nährlösungen zu durchtränken.

Tonplatten, porös, unglasiert, ähnlich zu verwenden, haben den Vorzug größerer Härte.

Das Sterilisieren.

Glasgefäße und Metallgeräte sterilisiert man im Heißluftschrank, dessen Temperatur man bis 160° C ansteigen läßt; die Schalen usw. bleiben am besten dortselbst bis zur Verwendung, wenn man nicht die für Petrischalen besonders konstruierten „Blechdosen" besitzt. Diese wer-

den gefüllt und in das Öfchen gebracht, nachdem man das kleine Loch im Deckel auf das entsprechende Loch im Mantel der Dose eingestellt hat; nach dem Sterilisieren wird sofort durch eine Drehung des Deckels die Öffnung verschlossen und das Ganze zur Verwendung — möglichst staubfrei — beiseitegestellt. Gips- und Tonplatten werden in gleicher Weise sterilisiert, in den Schalen liegend, in welchen sie Verwendung finden sollen.

Die mit Nährlösung oder den sonstigen Nährsubstraten beschickten Gefäße kann man nur im heißen Wasser bzw. Dampf sterilisieren. Kölbchen, Fläschchen und Reagiergläser sind vorher mit Watte (S. 105) zu verschließen. Das Drehen der Wattestopfen will gelernt sein, sauberes und gleichmäßiges Arbeiten ist hier von besonderer Wichtigkeit. Man richtet sich durch Abreißen vom Stück einen Streifen von etwa 7 cm Breite her, hält ihn so, daß eine recht lockerfaserige Seite den Beschluß bildet, und rollt zwischen den ersten drei Fingern der beiden Hände den Streifen unter mäßigem Druck zusammen, das lockere Ende muß sich so anschmiegen, daß man keinen Absatz mehr sieht und der Propf sich nicht mehr von selbst aufdrehen kann. Die Watte ist so zu bemessen, daß es einigen Druckes bedarf, um — unter Drehen — den Stopfen in den Hals des Gefäßes einzuschieben.

Zuvor haben wir die betr. Nährlösung od. dgl., Gelatine oder Agar nach Verflüssigung in warmem bzw. kochendem Wasser, in die Gefäße eingefüllt, ohne den Rand zu beschmutzen, was nachher ein Ankleben des Wattebausches zur Folge haben würde.

Man richte sich eine Anzahl Reagiergläser her: 1. für Stich-, 2. für Strich-, 3. für Gußkulturen. Für 1. füllt man Nährgelatine oder -agar etwa 6 bis 7 cm hoch ein, für 2. etwas weniger, für 3. abgemessene Mengen, 10 oder 20 ccm. Flüssige Nährböden nach Belieben. Die für 2. bestimmten Röhrchen werden nach dem Sterilisieren schräg gelegt — mit dem oberen Ende etwa eine Bleistiftdicke oder etwas mehr erhöht — um eine lange schmale Fläche zum Beimpfen zu erhalten. Nach 1. und 2. richtet man auch die oben erwähnten rechteckigen Fläschchen her.

Nachdem die Watteverschlüsse aufgesetzt sind, beginnen wir mit dem Sterilisieren. Gelatine, die von zu starkem und langandauerndem Erwärmen dauernd verflüssigt wird, und Milch, welche dabei sich bräunt und in ungewollter Weise zersetzt, werden „fraktioniert" sterilisiert, d. h. an 3 bis 4 aufeinanderfolgenden Tagen nur ganz kurze Zeit erhitzt. Andere flüssige, sowie Agarnährböden sterilisiert man durch 3stündigen Aufenthalt im bedeckten Topf in kochendem Wasser, am besten im Autoklaven: der Boden des Kessels muß zuvor mindestens einige cm hoch mit Wasser bedeckt sein; nicht unter $^{1}/_{2}$ l, größere auch mehr. Nach Einstellen der Gefäße — bei größeren Apparaten mittels eines Gestelles von 2 oder 3 Stockwerken — zündet man die Heizung an und setzt den Deckel vorsichtig(!) auf, dreht ihn dann so, daß die am Kesselrande und am Deckel angebrachten Zahlen (Fabriknummer) wie zu einer Addition genau übereinander stehen, und stellt den drehbaren Zeiger des Manometerregulators auf $1^{1}/_{2}$ Atmosphären ein. Erst wenn der Kessel lebhaft zu zischen beginnt, verschraubt man den Verschluß unter mäßigem Druck auf den Hebel; es darf jetzt kein Dampf mehr ausströmen; andernfalls laufen wir Gefahr, daß der Kessel sich trocken brennt. Wir beobachten das Steigen des zweiten, den herrschenden Druck angebenden Zeigers; von dem Augenblick an, in welchem dieser den anderen, auf $1^{1}/_{2}$ Atm. eingestellten Zeiger erreicht hat, lassen wir 30 Minuten verstreichen, dann löschen wir die Heizung. Das Öffnen des Autoklaven erfolgt erst, wenn er sich so weit abgekühlt hat, daß wir ihn ohne unangenehmes Hitzegefühl berühren können. Nun lockern wir erst langsam, ohne Ruck, die kleine Schraube am Manometer, dann ebenso den Deckelverschluß, heben den Deckel ab und den Inhalt heraus.

Gewinnung der Zuchtobjekte, Herstellung von Reinkulturen.

Am einfachsten gelingt das Auffangen von Keimen aus der Luft; man gießt etwas Agar oder Gelatine, etwa mit 1% Malzextrakt, sterilisiert in eine desgl. Petrischale, läßt 30 bis 60 Minuten offen stehen und deckt dann den Deckel über.

Wasser gibt man je 1 ccm auf 10 ccm Agar oder Gelatine — wenn stark bakterienhaltig, nach Verdünnung mit 9 oder 99 Teilen sterilen Wassers, und gießt in eine Petrischale aus. Der Nährboden muß zuvor auf etwa 40° abgekühlt sein, sonst leiden viele Keime Schaden. Über die noch warme Masse bringt man nicht gleich den Deckel, sondern vollzieht das Eingießen unter flacher, für den Gebrauch nur wenig gelüfteter Glasglocke, und legt den Deckel erst später auf. — In gleicher Weise richtet man auch Petrischalen für Strichkuluren her; hier darf die Masse beim Einfüllen beliebig heiß sein.

Erdboden enthält Millionen von Bakterien in jedem Gramm, wir müssen also hier sehr stark verdünnen: etwa 1 g Boden, mindestens 30 Minuten unter häufigem Schütteln mit 100 ccm sterilisierten Leitungswassers stehen lassen; dann davon 1 ccm mit 99 ccm abermals sterilen Wassers verdünnen, dann wenigstens noch einmal ebenso, immer mit frischen sterilisierten Pipetten und Meßkölbchen, und immer gut umschütteln. Von der letzten Verdünnung wird 1 ccm wie oben mit Agar oder Gelatine ausgegossen. Zur Isolierung von Bodenmikroben eignet sich besonders ein im Autoklaven, in 30 Minuten bei Überdruck von 1/2 Atmosphäre, hergestellter Auszug aus gleichen Teilen frischen Bodens und Wasser, welch letzteres 0,1% kristallisierte Soda enthält. Das braungefärbte Extrakt wird durch Absetzen und Filtrieren geklärt und mit 1% Agar zum Nährboden verarbeitet.

Einige Tage nach der Beimpfung beginnt man mit der täglichen Durchmusterung der Platten. Mit geglühter, aber wieder erkalteter Platinnadel impft man aus den aufgegangenen Kolonien ab, am besten zunächst in Petrischalen, um die Reinheit zu kontrollieren — wo mehrerere verschiedene Arten vermischt sind, ist das Bild der Strichkulturen meist nicht einheitlich; eventuell auch Kontrolle unter dem Mikroskop! Ist die Kultur rein, so impft man in Röhrchen oder Fläschchen, Strichkulturen mit dem Rücken der an der Spitze schwach gekrümmten, Stichkulturen mit der ganz geraden Platinnadel. Bei den letzteren ist auf genaue Führung der Nadel zu achten, kein Zerreißen des Nährbodens! Dieser muß schon völlig erstarrt, darf aber nicht zu lange, höchstens eine Woche, vorher eingefüllt sein. Ältere Nährböden muß man von neuem schmelzen.

Jeder Watteverschluß wird vor dem Öffnen kurz abgesengt, während des Impfens zwischen 4. und 5. Finger gehalten, vor dem Verschließen wieder abgesengt, die Flamme rasch ausgeblasen.

Anhäufungskulturen. Gerade einige sehr interessante Mikroben des Bodens sind auf die angegebene Weise nicht zu isolieren, da bedarf es der „Anhäufungskultur“ auf bestimmten Nährböden.

Das sehr eigenartige, Luftstickstoff kräftig assimilierende *Azotobacter chroococcum* erhält man mittels einer 1- bis 2%igen Mannitlösung, der man kohlensauren Kalk und etwa 0,1% Kaliphosphat beigegeben hat; in flacher Schicht mit breiter Fläche zu halten, mit Erdboden zu beimpfen. Innerhalb der zweiten Woche tritt eine starke Deckenbildung auf, die Masse besteht vorwiegend aus Azotobakter, das auf Mannit-Agar nach obiger Vorschrift isoliert werden kann.

Harnstoff vergärende Bakterien in Leitungswasser mit 5% Harnstoff (Karbamid), 1% Natriumazetat, 0,025% KH_2PO_4.

Nitrifizierende Bakterien (wir beschränken uns hier auf die Nitritbildner, übergehen die Nitratbildner) in ML (s. S. 106) mit 0,1- bis 0,2% Ammonsulfat, Überschuß von Magnesiumkarbonat. Etwas Boden- (siehe oben) oder alkalische Torfabkochung beschleunigt die Entwicklung. Reinzucht nur auf Kieselgallerte, durch wiederholtes Abimpfen, oder auf Gips- oder Tonplatten, mit genannter Lösung durchtränkt.

Denitrifizierende Bakterien bauen Salpeter zu freiem Stickstoff ab; man erhält sie in ML + 0,85% Natriumzitrat + 0,2% Kalium- oder Natriumnitrat.

Heubazillen, *Bacillus subtilis*: man schüttelt Heu mit Wasser aus, gießt dieses ab, kocht es einmal kurz auf und läßt stehen. Entwicklung in einigen Tagen.

Essigbakterien, auf Bier, das man an der Luft stehen läßt, eine Kahmhaut bildend.

Milchsäurebakterien, massenhaft in gestandener Milch.

Buttersäurebakterien, in Rohkultur zu erhalten, wenn man Erbsen hoch mit Wasser übergießt und mit Boden beimpft; ev. kochen und noch heiß beimpfen.

Schwefelbakterien, schwierig in Reinkultur; Anhäufung aus Teichschlamm oder Meeresschlick in Lösungen mit 0,5% Natriumthiosulfat ($Na_2S_2O_3 + 5H_2O$) und 0,1% Natriumbikarbonat.

Purpurbakterien, aus Teichschlamm, durch Übergießen von etwas getrockneter Elodea mit einer hohen Wasserschicht, im hellen diffusen Licht zu halten; schwierig in Reinkultur.

Eisenbakterien, in der Natur an dem roten Eisenoxyd kenntlich, das sie ausscheiden. In Rohkultur leicht zu ziehen, wenn man halbzersetzte Pflanzensubstanz mit Leitungswasser übergießt und etwas frischgefälltes Eisenoxydhydrat zufügt.

Spirillen erhält man oft massenhaft, wenn man Grabenwasser mit Pepton versetzt, etwa 1% der Flüssigkeit; schwierig in Reinkultur.

Einige weitere Mikroorganismen.

Knöllchenbakterien der Leguminosen; feine, ev. Mikrotomschnitte durch Knöllchen. — Die Bakterien mittels Lanzettnadel aus den angeschnittenen Knöllchen in Wasser übertragen, färben; „Bakteroïden", Y- und andere Formen. — Kultur nach Entnahme aus den äußerlich sterilisierten Knöllchen (durch die Bunsenflamme gezogen) auf Agar, der aus einem Absud der betr. Pflanzen bereitet wurde, mit ¼% Asparagin und ½% Rohrzucker; oder auf Agar von Bodendekokt mit 0,05% K_2HPO_4 und 1% Mannit.

Bacillus prodigiosus, Blutbakterie, auf stärkehaltigen Nährböden zuweilen spontan; auf Kartoffel leicht zu kultivieren.

Leuchtbakterien, von Seefischen oder Schlachtfleisch zu isolieren, auf Gelatine mit 1% Pepton + 3% Kochsalz.

Saccharomyces, Hefepilze, züchtet man aus Bier oder Preßhefe auf 1—10% Malzextrakt, ev. mit Gelatine oder Agar. Ebenso „Rosa-Hefe", die häufig spontan in Kulturplatten auftritt, verbreiteter Luftkeim.

Oospora (*Oidium*) *lactis* bildet die weiße bis blaßgelbliche Decke auf gestandener Milch; wächst auf zuckerhaltigen Nährböden.

Actinomyces, in Platten, die mit Boden beimpft wurden, häufig; aschgraue, auch kreideweiße Konidienrasen, meist gezont, mit starkem Moderduft; erst bei starker Vergrößerung ist Deutliches zu erkennen, seine Dimensionen sind von bakterienhafter Kleinheit, doch ist Verwandtschaft mit Bakterien ausgeschlossen. Erzeuger des „Erdgeruchs" im Ackerboden. Auf 1%igem Malzextraktagar zu züchten; bei 5% wird die Konidienbildung unterdrückt.

Schimmelpilze, wie *Penicillium*, *Aspergillus* u. a. treten häufig, auch als Verunreinigung auf; Kultur auf Brot, Malzextraktagar u. a.

Mucor-Arten, sowie ***Rhizopus nigricans***, oft aus Luft in zuckerhaltigen Nährböden; letzterer besonders interessant.

Zygosporen bei *Mucor*, nur wenn zwei Myzelien verschiedener Abkunft, + und —, aufeinander treffen.

Mucor erhält man in Mengen, wenn man frischen Pferdemist in einer Schale mit Glasglocke bedeckt; bald auch die auf *Mucor* schmarotzenden Verwandten, *Piptocephalis* u. a. Das Substrat ist eine wahre Fundgrube für allerhand Pilze; bald stellt sich *Pilobolus* ein, kleine Basidiomyzeten (*Coprinus*), Askomyzeten (*Sordaria*).

Mikroskopische Untersuchung.

Die gezüchteten Pilze bedürfen einer gewissen Präparation; meist wird Zerzupfen genügen. Bakterien verrührt man mit der Platinnadel (ev. Öse) in einem Wassertropfen, den man mit Deckglas bedeckt. Um die Frage der Eigenbewegung zu entscheiden, oder die Beobachtung einige Zeit fortzusetzen, empfiehlt sich Untersuchung im hängenden Tropfen: Man bringt einen kleinen Tropfen Wasser oder Nährlösung in die Mitte eines sauberen Deckglases, wo derselbe sich glatt, doch nicht bis zum Rande, ausbreiten muß; das Deckglas bringt man, mit dem Tropfen nach unten, auf einen hohlgeschliffenen oder mit Ring versehenen Objektträger und verstreicht die Ränder mit weicher Vaseline. Vorsicht beim Einstellen, um das Deckglas nicht zu zertrümmern. Kann auch für Kulturen von Bakterien, Hefen, Schimmelpilzen verwendet werden, die man so beliebig oft zu kontrollieren in der Lage ist.

Einige Färbungen und Reaktionen.

Um die winzigen Bakterien besser sichtbar zu machen, färbt man sie. Ein viel geübtes Verfahren ist das sogenannte Fixieren, d. h. Antrocknenlassen auf dem Deckglas, das man sodann dreimal rasch durch die Bunsenflamme zieht, Butterseite nach oben! Dann färbt man etwa mit 0,1- oder 0,01%igem Fuchsin. Auf dem Objektträger angetrocknete Präparate kann man ohne Deckglas mikroskopieren, indem man den Tropfen Immersionsöl direkt auf die dünne Bakterienschicht bringt.

Beim Antrocknen schrumpfen jedoch die Bakterien; will man ihre natürlichen Umrisse erhalten, so färbt man mit einem Tropfen 0,01%iger oder noch schwächerer wäßriger Lösung von Methylenblau, in welchem man die Bakterien verrührt. Die schwache Lösung färbt lebende Zellen nicht oder nur einzelne Teile ihres Inhaltes; wollen wir alle Zellen färben, so töten wir dieselben ab, indem wir ein Tröpfchen Formalin beigeben. Was sich dann noch nicht färbt, sind solche Zellen, die schon zuvor abgestorben und ihres Inhaltes verlustig gegegangen waren.

Gramsche Färbung: man löst in 100 ccm Wasser 4 ccm Anilin, filtriert durch ein nasses Filter und gibt 11 ccm einer gesättigt alkoholischen Methylviolettlösung hinzu; nur kurze Zeit haltbar. Man bringt auf die auf Deckglas angeklebten Bakterien die Farblösung, erwärmt bis zu mäßiger Dampfentwicklung, gießt ab und bringt das Deckglas für einige Minuten in Jodjodkalilösung: 300 ccm Wasser, 1 g J, 2 g JK. Dann kommt das Präparat für 10 Minuten in starken Alkohol, zuletzt in Wasser, in welchem es untersucht wird.

Negativfärbung: man verrührt ein Tröpfchen Bakterien enthaltenden Wassers in etwas flüssiger chinesischer Tusche, oder in Lösung von kolloidalem Silber, oder von Kongorot, oder wasserlöslichem Nigrosin, läßt antrocknen und bringt dann Zedernholzöl oder Kanadabalsam darauf. Die Bakterien erscheinen scharf abgehoben, farblos auf dunklem Grunde.

Geißelfärbung: man bedarf folgender Lösungen: 1. 4 g Tannin in 16 ccm warmen Wassers gelöst, 10 ccm einer kaltgesättigten Eisenvitriollösung und 2 ccm einer gesättigt-alkoholischen Fuchsinlösung zugefügt; zum Gebrauch ein paar Tropfen abfiltrieren. 2. 1 g Säureviolett 6 B von Bayer & Co. in 150 Teilen 50%igen Alkohols gelöst. Peinlich saubere Deckgläschen sind Vorbedingung. Man verdünnt die Kultur schwärmender Bakterien mit viel Wasser und streicht davon mit dem Platindraht ein wenig auf jedes Deckglas auf, trocknet bei 40°, und läßt einen großen Tropfen von Lösung 1 („Beize") bis zu 5 Minuten darauf einwirken; dann spült man sorgfältig mit Wasser ab, entfernt das anhaftende Wasser mit etwas Filtrierpapier, ohne die Bakterien austrocknen zu lassen, und färbt unter gelindem Erwärmen mit Lösung 2, die nach 3 Minuten wieder mit Wasser abzuspülen ist. Dann wird das Präparat getrocknet und in Xylol untersucht (Ölimmersion unerläßlich).

Sporenfärbung: Karbolfuchsin, aus 1 g Fuchsin, 5 g Phenol und 95 ccm Wasser, nach einigem Stehen, am besten in der Wärme, und häufigem Umschwenken abfiltriert, läßt man auf das wie oben angetrocknete Präparat 5 Minuten unter Erwärmen einwirken; dann spült man mit etwa 10%iger Salzsäure ab, bis eben alles Fuchsin entfernt erscheint (die Sporen sollen es allein noch enthalten), und färbt mit wäßriger Methylenblaulösung nach: Sporen rot, alles andere blau. Oder: auf 10 ccm 0,2%ige Methylenblaulösung 5—10 Tropfen frischer 0,5%iger Kalilauge; bis 2 Minuten erwärmen, abspülen, mit Fuchsin nachfärben: Sporen blau, anderes rot.

Kern der Bakterien: in einen Tropfen Formalin bringt man eine Öse der Bakterienkultur, rührt um und läßt 5 Minuten wirken; dazu kommen nun 1 oder 2 Tropfen einer verdünnten wäßrigen Fuchsinlösung Nach 10—30 Minuten erscheinen die Kerne rotgefärbt; gelingt nicht bei allen Arten.

Volutin, in manchen Bakterien, besonders Azotobacter und Spirillen, auch in Schimmelmyzelien. Färben mit Methylenblau, Auswaschen mit 1%iger Schwefelsäure: Volutinkörnchen blau gefärbt, alles andere farblos. Bei Verwendung von altem, schwach alkalischem Methylenblau färben sich die Kügelchen rot: „metachromatische Körperchen".

Glykogen, in Hefezellen besonders, kolloidales Kohlenhydrat, färbt sich mit Jodlösung rotbraun; verwandt ist das Jogen in Buttersäurebakterien, *Bacillus amylobacter*, das Jod mit violetter bis blauer Farbe speichert, ganz wie Amylum.

Fetttröpfchen, werden mit Sudan III gefärbt; vgl. S. 100.

Nachweis der wichtigsten Stoffwechselprodukte.

Ammoniak, aus Peptonlösung durch Fäulnisbakterien, orangeroter Niederschlag mit „Neßlers Reagens".

Indol, wie voriges, Peptonlösung 5—10%, in hoher Schicht, in 2—3 Wochen alten Kulturen; ein Tropfen Natriumnitritlösung, ein Schuß konzentrierte Schwefelsäure: Rotfärbung zeigt Indol an.

Säurebildung, in zuckerhaltigen Nährlösungen, auch in Milch; Nachweis mit Lackmuspapier.

Schwefelwasserstoff, aus Pepton: mit Bleiazetat getränktes Papier wird geschwärzt.

Nitrit- bzw. Nitratreaktion: ein hirsekorngroßes Stückchen Diphenylamin oder einige Tropfen einer 1%igen alkoholischen Lösung, dazu konzentrierte Schwefelsäure: Blaufärbung; sehr scharfe Reaktion.

Verschwinden der Nitratreaktion infolge von Denitrifikation (vgl. S. 110).

Ein gutes Bild von Enzymwirkung geben Erbsen, die man mit Wasser übergießt und mit etwas Erdboden beimpft wochenlang stehen läßt; die Bakterienenzyme lösen die Zwischensubstanz der Zellen auf, die Erbsen zerfallen zu einem schleimigen Brei; ein Tröpfchen davon in Wasser verrühren, unter Deckglas mikroskopieren.

Aerobe und anaerobe Bakterien. Chemotropismus. Thermophilie.

Vom Sauerstoffbedürfnis der meisten Schwärmbakterien überzeugen wir uns in folgender Weise: Wir bereiten uns „Faulwasser" durch Übergießen von Erbsen oder trocknen Blättern mit Wasser; vom 3.—5. Tage an wimmelt dasselbe von beweglichen Stäbchen. Bringen wir einen großen Tropfen unter Deckglas, so können wir nach Ablauf von etwa 15 Minuten sehen, wie das Schwärmen vorzugsweise am Rande des Gläschens und um Luftblasen sich konzentriert; besonders um grüne Algenzellen, welche wir mit eingebracht haben: empfindliches Reagens auf freien Sauerstoff!

Verfügt man über ein Mikrospektralobjektiv (s. Artikel „Optische Instrumente"), so kann man den „Engelmannschen Bakterienversuch" ausführen: in das Bakterienwasser legt man einen lebenden Algenfaden so, daß er durch alle Farben hindurchgeht. Nach einiger Zeit sammeln sich die Schwärmer um die Alge, am dichtesten im rotgelben Licht.

Chemotropismus weist man mit ebensolchem Faulwasser nach, indem man Stückchen feiner Kapillaren einlegt; in diese hat man zuvor etwas Agarlösung aufsteigen lassen, welche geringe Mengen eines Salzes oder Zucker, Pepton, Asparagin usw. enthält. Für exakte Untersuchungen empfiehlt es sich, die Kapillaren an einem Ende zuzuschmelzen und mittels einer Luftpumpe die zu prüfende Lösung hineinzubringen, so daß etwas Luft in dem verschlossenen Ende bleibt.

Anaerobe Bakterien erhält und züchtet man in „hoher Schicht", nicht unter 10 ccm, in zuckerhaltiger Lösung mit etwas $CaCO_3$, um die Gärungssäuren zu binden.

Thermophile Bakterien wachsen in Peptonlösung, die wir mit Boden beimpft, im Paraffinofen bei 55—60°; Entwicklung und fortschreitende Fäulnis.

Pflanzenphysiologische Versuche.

Von Prof. Dr. P. Claussen, Privatdozent an der Universität Berlin.

In den biologischen Schülerübungen können nur wenige der einfachsten pflanzenphysiologischen Tatsachen behandelt und durch Versuche erläutert werden, denn teils sind zu ihrem Verständnis zu viele physikalische und chemische Vorkenntnisse nötig, teils liegen die Verhältnisse — besonders in der Reizphysiologie — an und für sich zu schwierig, als daß auf volles Verständnis des Schülers zu rechnen wäre. Wer auch nur mit einigem Erfolg in der Pflanzenphysiologie unterrichtet werden soll, muß über eine gewisse physikalische und chemische Vorbildung und über eine Bekanntschaft mit den Grundzügen der Pflanzenanatomie verfügen. Auch wenn diese Vorbedingungen erfüllt sind, wird man sich vom pflanzenphysiologischen Schulunterricht nicht allzuviel Erfolg versprechen dürfen. Die Erfahrungen im Universitätsunterricht zeigen, daß selbst bei der Mehrzahl derjenigen, die Naturwissenschaften studieren, bei denen man also doch wohl durchschnittlich mehr Interesse und Verständnis für naturwissenschaftliche Dinge voraussetzen darf als etwa bei denen, die später Theologen oder Juristen werden, der Unterricht in der Biologie ganz oder fast ganz wirkungslos gewesen ist.

Mit Aussicht auf Erfolg kann an der Schule pflanzenphysiologischer Unterricht nur in den obersten Klassen, also in Ober- und Unterprima, erteilt werden und auch da nur dann, wenn sich der Lehrer auf das Allereinfachste beschränkt.

Pflanzenphysiologische Versuche lassen sich nicht allgemein mit derselben Sicherheit ausführen wie physikalische oder chemische Experimente. Es ist deshalb sehr sorgfältige Vorbereitung nötig. Stets müssen mehr Versuchspflanzen zur Verfügung stehen, als unbedingt erforderlich sind, damit im Falle des Mißlingens Ersatz vorhanden ist. Jeder Versuch muß vor der Vorführung am besten mehrere Male probiert werden — diese Vorsicht sollte man nie unterlassen —, damit man weiß, ob und wie die Pflanzen reagieren. Schlagen die Vorversuche fehl, so läßt man am besten den betreffenden Versuch überhaupt fort.

Solche Versuche, die nicht in einer Unterrichtsstunde zu erledigen sind, z. B. geotropische Versuche, müssen vorher in größerer Zahl zu verschiedenen Zeiten angesetzt werden, damit man imstande ist, wenigstens einzelne Phasen des zu beobachtenden Vorganges vorzuführen. Will man z. B. zwischen 11 und 12 Uhr vormittags die geotropische Krümmung einer Wurzel von *Lepidium* zeigen, so wäre der erste Versuch um 9 Uhr, der zweite um 9 Uhr 20, der dritte um 9 Uhr 40, der vierte um 10 Uhr in Gang zu setzen usf. bis zum Beginn des Unterrichts.

Lange dauernde Versuche, wie Wasserkulturen, Korrosionsversuche u. dgl. sind einige Wochen vorher vorzubereiten. Man hat also schon vor Beginn des Unterrichts einen Plan zu entwerfen und gewisse Versuche anzusetzen. Die Unterrichtsstunde ist nach Möglichkeit so zu legen, daß wenigstens während zwei bis drei Stunden vorher eine gewisse Zeit für

Vorbereitungen bleibt. Am besten wäre es, wenn zwei bis drei volle Stunden zur Verfügung ständen, aber so viel freie Zeit wird sich nicht immer schaffen lassen.

Es muß dem Ermessen des Lehrers überlassen bleiben, die Anzahl der für die Schülerübungen nötigen Apparate und die Menge der Materialien, die sich selbstverständlich nach der Anzahl der Praktikanten richtet, zu bestimmen. Man kann sehr wohl mit einer kleinen Zahl von Apparaten auskommen, wenn man nicht mehrere Schüler mit derselben Aufgabe beschäftigt, sondern in der gleichen Unterrichtsstunde verschiedene Aufgaben bearbeiten läßt.

I. Einrichtung des Unterrichtszimmers für Pflanzenphysiologie.

Da die Hilfsmittel für pflanzenphysiologische Versuche mit denen für chemische Arbeiten vielfach übereinstimmen, so kann in Ermangelung eines besonderen Raumes für pflanzenphysiologische Zwecke das chemische Schulzimmer, zur Not auch das physikalische, verwendet werden. In einem neu einzurichtenden pflanzenphysiologischen Arbeitsraum soll man womöglich die Fenster nach Norden legen, weil direktes Sonnenlicht bei vielen Versuchen und bei der Benutzung des Mikroskops stört. Gas- und Wasserleitung, ein Abzug und ein Aufwaschtisch sind erwünscht.

An Einrichtungsgegenständen sind vorzusehen ein von allen Seiten zugänglicher 80 cm hoher Experimentiertisch mit Gas- und Wasserhähnen, auf dem größere Apparate (Atmungsapparat u. ä.) aufgebaut werden können. Die Größe ist nach den Ansprüchen zu bemessen. Im allgemeinen wird eine Länge von 3 und eine Breite von 1 m vollauf genügen. Die Wasserhähne richte man so ein, daß sie genügende Höhe über dem Ausguß haben, damit sich Wasserstrahlluftpumpe und Gebläse anbringen lassen (Abb. 49*a*). Im Raum unter der Tischplatte können Schränke und Schubladen zum Aufbewahren von Apparaten eingerichtet werden. Verbietet sich das aus Mangel an Mitteln, so lasse man wenigstens eine horizontale Platte in einer Höhe von 30—40 cm über dem Boden anbringen, die etwa 30 cm weniger breit zu wählen ist als die Tischplatte selbst (Abb. 49*b*).

Außer dem Experimentiertisch sind Arbeitstische von allereinfachster Form erforderlich (Höhe 80 cm). Ihre Zahl ist so zu bemessen, das auf jeden Praktikanten etwa 120 cm Tischlänge kommt. Am besten richtet man an jedem Tisch zwei Arbeitsplätze ein (Plattengröße 240 × 60 cm) und versieht ihn mit einer in der Mitte liegenden, flachen, durch einen Steg in Längshälften geteilten Schublade (siehe Abb. 50) und, wenn man auf Beweglichkeit der Tische glaubt verzichten zu können, mit einem Gasdoppelhahn. Wasserleitung ist entbehrlich. Fällt die Gasleitung fort, so hat man den Vorteil, daß sich die Tische beliebig stellen lassen.

Als Stühle sind gewöhnliche dreibeinige hölzerne Schemel ausreichend (Abb. 50).

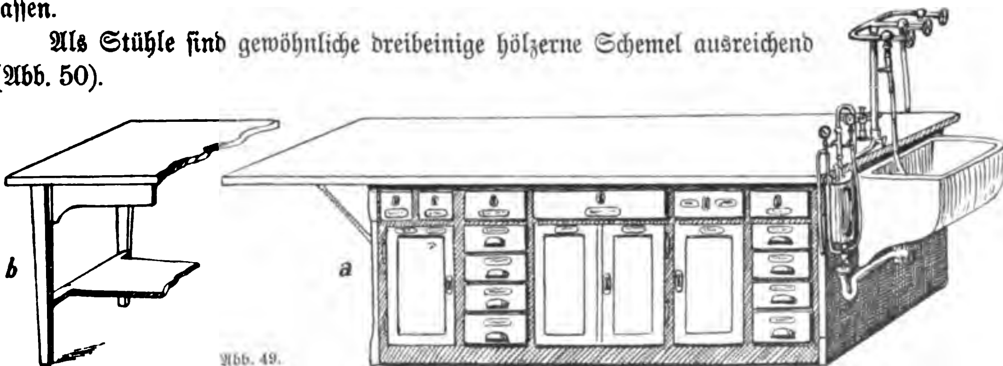
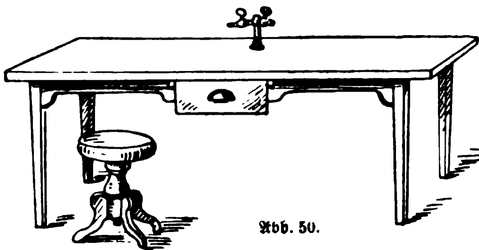


Abb. 49.

In einem bis zwei größeren Schränken (Türen mit Glasfenstern) bewahrt man die Geräte auf. Es empfiehlt sich, die einzelnen Teile größerer Apparate (Atmungsapparat, Klinostat mit Zubehör usw.) zusammen zu lassen und für sie einen ganz bestimmten Platz des Schrankes vorzusehen. Man braucht zwar etwas mehr Raum, als wenn man gleichartige Gegenstände zusammenstellt, spart aber sehr an Zeit, denn die Apparate lassen sich dann in wenigen Minuten zusammensetzen, während die Neuherstellung von Verbindungsstücken und dgl. unverhältnismäßig viel Zeit in Anspruch nimmt.


Abb. 50.

Für Gifte und lichtempfindliche Reagenzien genügen kleinere Schränke, für die übrigen Reagenzien einfache Regale von nicht über 20 cm Tiefe, beide mit verstellbaren Querbrettern.

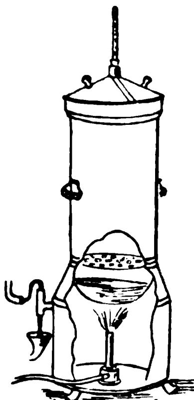
In seltenen Fällen sind Einrichtungen zur Sterilisierung von Gefäßen und von Nährböden notwendig. Gefäße aus Glas sterilisiert man im Trockenschrank (Abb. 51) bei 150 Grad, Nährböden im Kochschen Dampftopf (Abb. 52) oder im Dampftopf System Budenberg von Aug. Lümckemann in Dortmund. Als Ersatz für den Dampfsterilisator können Kochtöpfe dienen, wie sie im Haushalt zum Sterilisieren von Gemüse und Fleisch Verwendung finden (Weckscher Kochapparat oder dgl.). Näheres über Sterilisationseinrichtungen und über Thermostaten findet man bei Küster, Arthur Meyer und Löhnis.

II. Apparate und zur Herstellung von Apparaten und Anstellung von Versuchen nötige Stoffe.

Für pflanzenphysiologische Versuche sind einige größere, zum Teil kostspielige Apparate erforderlich. Ich stelle hier die notwendigsten unter Verweisung auf die Literatur für diejenigen Leser zusammen, die sich selbst ihre Instrumente möglichst billig beschaffen wollen.

Gebrauchsfertige, sehr gute, nach den Angaben von Pfeffer konstruierte Apparate liefert die Firma Franz Hugershoff in Leipzig. Die Apparate sind im Katalog der Firma und zum Teil in Pfeffers Pflanzenphysiologie abgebildet und beschrieben. Auch die Firma E. Leitz und andere wären als Bezugsquellen zu nennen.

Die meisten Apparate lassen sich unter Verwendung einfacher Hilfsmittel, wie Glasfläschchen, Glasröhren, Gummischläuchen, Stopfen aus Kautschuk und Kork, Stanniol, Blech, Draht, Pappe, Papier, Glasplatten und ähnlicher Dinge ohne große Geschicklichkeit herstellen.


Abb. 52.

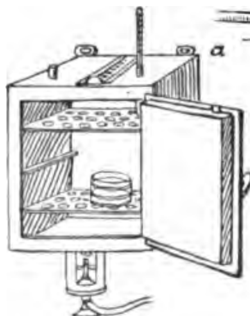


Abb. 51.

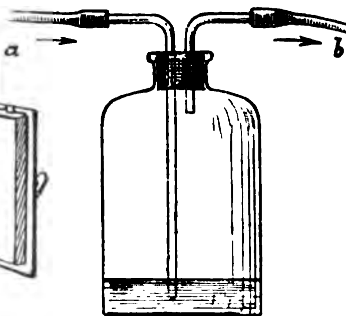


Abb. 53.

Schwierigkeiten macht erfahrungsgemäß allein die Behandlung von Glas. Eine Anleitung dazu findet sich bei Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen, 2. Aufl., Leipzig 1902, S. 102—115 und das Allernotwendigste bei Wiedemann und Ebert, Physikalisches Praktikum, 5. Aufl., Braunschweig 1904, S. 547.

1. Größere Apparate für pflanzenphysiologische Zwecke.

Aspirator. In Ermangelung einer Wasserstrahlpumpe konstruiert man sich einen Aspirator in folgender Weise (Abb. 53). Eine große Flasche (10 l Inhalt oder mehr, Schwefelsäureballon) wird mit doppelt durchbohrtem Stopfen verschlossen. Durch das eine Bohrloch führt man einen Schenkel einer rechtwinklig gebogenen Glasröhre bis zum Boden der Flasche, durch das andere einen Schenkel eines anderen, ebenfalls rechtwinklig gebogenen, der kurz unter dem Stopfen endet. Füllt man die Flasche mit Wasser und saugt an einem bei *a* befestigten Gummischlauch von etwa eineinhalbfacher Länge der Flasche das Wasser an, so tritt, wenn man den Schlauch vertikal herabhängen läßt, ein dauernder Wasserstrom durch *a* aus und ein Luftstrom durch *b* ein, bis die Flasche wasserleer ist.

Läßt man durch *a* in die leere Flasche Wasser im Sinne des Pfeils eintreten, so wird Luft durch *b* hinausgetrieben. Der Apparat kann also auch als Gebläse oder als Durchlüftungsapparat (eine Radfahrpumpe ist zu diesem Zwecke ebenfalls brauchbar) verwendet werden.

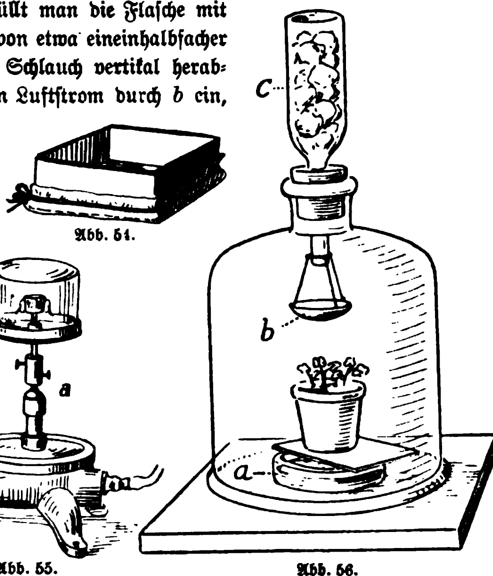


Abb. 54. Abb. 55. Abb. 56.

Auxanometer, Apparate zur Messung der Zuwachsgröße von Pflanzen, sind bei E. Albrecht in Tübingen, bei E. Leitz in Berlin und anderen Firmen käuflich zu haben, aber auch ohne größere Mühe nach der Beschreibung (mit Abbildung) bei Claussen, Pflanzenphysiologische Versuche, S. 18, Versuch 40 selbst herzustellen.

Blechrahmen für hydrotropische Versuche, rechteckig vom Format 20 × 15 cm, ist herzustellen aus einem 5 cm breiten Blechstreifen mit umgelegtem Rand. Die Einzelheiten sind aus der Abb. 54 zu entnehmen.

Zentrifugalapparat läßt sich improvisieren mit Hilfe einer Turbine nach der Beschreibung bei Claussen, Pflanzenphysiologische Versuche, S. 23. Bessere Dienste leistet ein Apparat, der ohne Schwierigkeit durch Umänderung einer der käuflichen mit Turbine angetriebenen Zentrifugen für zwei Reagensgläser (s. Abb. 55a) herzustellen ist. Die Achse wird kurz über der Antriebsturbine durchschnitten und durch ein Zwischenstück (Abb. 55b) mit dem Aufsatz zur Aufnahme der Pflanzen (Abb. 55c) verbunden. Der Apparat bleibt als Zentrifuge auch nach der Änderung brauchbar. Anstatt der Wasserturbine kann auch ein Elektromotor oder ein Heißluftmotor Verwendung finden.

Ein größerer Apparat ist bei Nathansohn, Allgemeine Botanik, S. 185, abgebildet. Durch Verwendung zweier Stufenscheiben, einer auf der Achse der Turbine und einer auf der des rotierenden Aufsatzes, läßt sich bei der von Nathansohn gewählten Anordnung die Umdrehungszahl innerhalb weiter Grenzen verändern.

Durchlüftungsapparat siehe Aspirator.

Doppelwandige Flaschen für gefärbte Lösungen.

Glasglocken. Zum Bedecken kleinerer Objekte können Käseglocken, Einmachegläser, Bechergläser oder Mikroskopglocken zeitweilig Verwendung finden. Einige größere Glocken sind besonders anzuschaffen.

Glasglocken, oben mit Hals, unten mit geschliffenem Rand, der auf eine geschliffene dicke Glasplatte paßt (Abb. 56).

Glasröhren von besonderer Form für spezielle Zwecke. Die Maße sind in den Abbildungen in mm angegeben (Abb. 57).

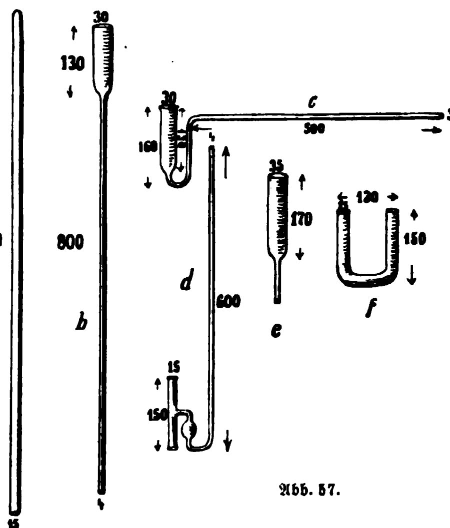


Abb. 57.

Heliotropische Kammer, Holzkasten aus dünnen Brettern vom Format 30 × 30 × 100 (ev. 200) cm, bei dem man eine der Seitenflächen (vom Format 30 × 100 [ev. 200] cm) durch schwarzes lichtundurchlässiges Tuch ersetzt und eine der Endflächen (vom Format 30 × 30 cm) mit

einer zentralen kreisförmigen Öffnung von etwa 20 cm Durchmesser versieht (Abb. 58). Der Kasten ist innen schwarz zu streichen und mit zwei Fußleisten zu versehen, deren vordere niedriger ist als die hintere, damit die der Lichtquelle näheren Pflanzen die entfernteren nicht beschatten. Arbeitet man mit künstlichem Licht (elektrischem oder Auerlicht), so ist, wenn die Lichtquelle den Versuchspflanzen nahe steht, vor die Öffnung ein parallelwandiges Gefäß mit Wasser zu setzen. Eine etwas vollkommenere Einrichtung zeigt Abb. 58. In die abgebildete Kühlkammer *W* kann durch das untere Ansatzrohr *Z* Wasser eingeleitet werden, das durch das obere Rohr *A* abfließt.

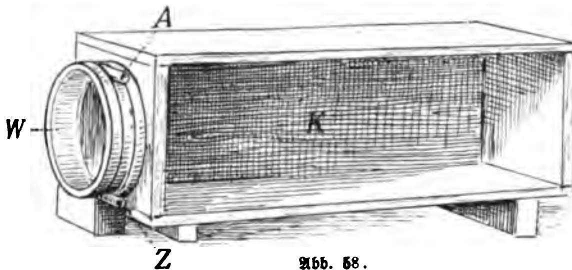


Abb. 58.

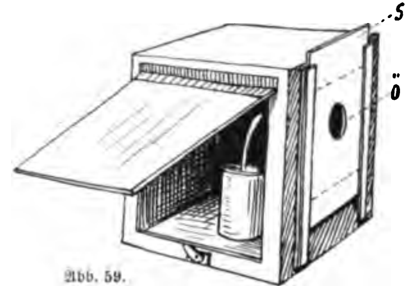
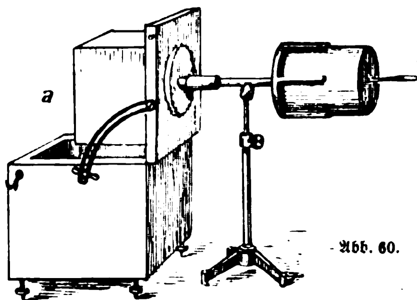


Abb. 59.

Für einfachere Versuche kann ein Pappkasten mit einer kreisförmigen Öffnung von 5—7 cm Durchmesser in einer Seitenfläche als heliotropische Kammer dienen. Der Kasten ist innen zu schwärzen (schwarze Tusche, mattes schwarzes Papier). Es empfiehlt sich, entweder die Eintrittsöffnung für das Licht auf einem Schieber anzubringen (Abb. 59), um ihren Abstand vom Boden des Kastens ändern zu können, oder die Öffnung oberhalb der Mitte der Fläche des Kastens anzulegen und, wenn nötig, durch Klötze die Versuchspflanze bis zur richtigen Höhe zu heben.

Klinostat. Sehr gute, aber teure (mit Zubehör 300—400 ℳ) Klinostaten liefert der Universitätsmechaniker E. Albrecht in Tübingen, die bei Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. II, S. 569 beschrieben sind. Billigere, für Schulzwecke ausreichende Apparate werden von den Firmen J. und A. Ungerer, Straßburg i. E. (Preis 100 ℳ; siehe L. Jost, Zeitschrift für Botanik 4, S. 251, 1912) und E. Leitz, Berlin (Preis 30—40 ℳ) in den Handel gebracht. Anleitung zur Selbstanfertigung von Klinostaten geben z. B. Pfeffer (Pflanzenphysiologie, Bd. II, S. 571, wo auch Beschreibungen von Klinostatenkonstruktionen anderer Autoren aufgeführt werden) und Claußen (Pflanzenphysiologische Versuche, S. 24). Die von Claußen benutzte Weckeruhr kann in der von Pfeffer angegebenen Art montiert werden (Abb. 60). Die Achse läßt sich dann je nach Wunsch vertikal, schief oder horizontal stellen.



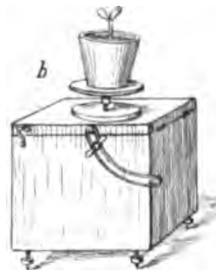
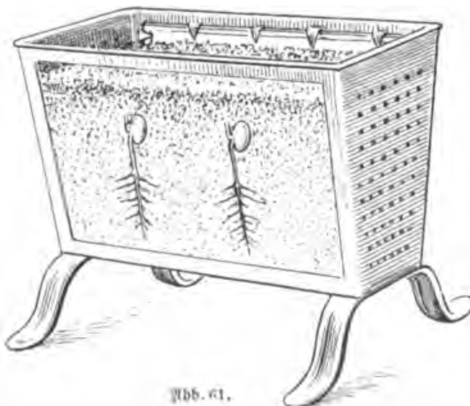


Abb. 60.

Die Auswahl der Zubehörteile richtet sich nach den Bedürfnissen. Albrecht, Ungerer und Leitz geben die notwendigsten Zusatzstücke zu. Fehlende lassen sich nach den Beschreibungen bei Pfeffer und Claußen improvisieren. Als Kulturgefäße benutze man bei Verwendung von Klinostaten mit schwacher Feder für oberirdische Pflanzenteile möglichst kleine Tonzylinder von der Art, wie sie bei konstanten elektrischen Batterien im Gebrauch sind (Versuchspflanzen: Keimlinge von *Triticum vulgare*, *Avena sativa*, *Panicum*, *Setaria*), für Keimwurzeln kleine Glaszylinder, die mit feuchtem Fließpapier auszukleiden und an deren Korkstopfen die Versuchspflanzen: *Lupinus*, *Vicia sativa*, *Pisum* mit Stecknadeln befestigt werden.


Abb. 61.

Kulturgefäße für Wasserkulturen liefern F. Hugershoff, Leipzig, E. Leitz, Berlin, und viele andere Firmen. Selbstherstellung aus Einmachegläsern von 2, besser von 4 l Inhalt ist der Billigkeit halber anzuraten.

Abbildungen, die als Muster dienen können, finden sich bei Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Bd. I, S. 412, Claussen, Pflanzenphysiologische Versuche, S. 9 und in den Katalogen der Handlungen.

Mikroskop. Vgl. hierüber in diesem Werk den Artikel „Optische Instrumente" von H. Fischer.

Pappzylinder verschiedener Größe, wenn möglich mit Blechrand, zum Bedecken von Kulturen fertigt jeder Buchbinder an.

Platinnadel zum Impfen (Glasstab mit eingeschmolzenem Platindraht, besser käuflicher Halter mit Platindraht).

Spektralapparat. Jeder einfache Spektralapparat, auch ein geradsichtiges Spektroskop, kann verwendet werden (aus der physikalischen Sammlung zu entleihen).

Thermometer, 2 bis 3 Stück vom Meßungsbereich — 10 bis + 120 Grad Celsius, Skala in halbe oder fünftel Grade geteilt, sind erwünscht.

Waschflaschen zum Reinigen oder Absorbieren von Gasen sind in verschiedenster Ausführung käuflich zu haben oder aus Kochflaschen, Kork- oder Gummistopfen und Glasröhren selbst anzufertigen.

Wage. Für einfachere Versuche ist eine Wage von einer Empfindlichkeit von 0,01 g bei 10 g Belastung mehr als ausreichend. Für viele Zwecke kommt man mit einer Briefwage und einer Hornschalenwage aus.

Wurzelkasten. Einen Sachsschen Wurzelkasten stellt jeder Klempner nach Beschreibung (siehe Claussen, Pflanzenphysiologische Versuche, S. 26) her. Die Kästen sind auch käuflich zu haben, z. B. bei E. Leitz, Berlin (Abb. 61).

2. Zur Herstellung von Apparaten nötige Stoffe und Gerätschaften.

Bechergläser, 2 Sätze zu 10 Stück.
Bimstein, 250 g.
Blech.
Blei.
Blumenstöcke.
Blumentöpfe, verschieden groß und verschieden hoch mit Untersätzen.
Draht (Blumendraht, Kupferdraht, Messingdraht, Platindraht [zur Herstellung einer Impfnadel]).
Erlenmeyerkolben, 6 Stück zu 300 ccm, 6 Stück zu 100 ccm.
Faden (Baumwolle, Hanf, Seide).
Glasgefäße, parallelwandige, Querschnitt 13 × 6, Höhe 16 cm, 2 Stück; Querschnitt 5 × 4, Höhe 10 cm, 2 Stück, mit
Glasplatten zum Bedecken, 2 Stück vom Format 14 × 7 cm, 2 Stück vom Format 6 × 5 cm.
Glasplatten, verschieden groß, paarweise zueinander passend.
Glasröhren, 3 Stärken, passend zu den vorhandenen Gummischläuchen und Gummistopfen.
Glasstäbe.
Glastrichter, mehrere von verschiedener Größe (6—15 cm Durchmesser).
Gummischläuche, passend zu den vorhandenen Glasröhren.
Gummistopfen, weich, einfach und doppelt durchbohrt. Man halte wenig Vorrat.
Kerze (Wachskerze).
Kolophoniumwachs (1 Teil Kolophonium und 2 Teile Wachs werden zusammengeschmolzen [zum Kitten]).
Korkbohrer mit Schärfer, 1 Satz.
Korken verschiedener Größe.
Marderpinsel.
Marmorplatten, poliert (Abfallstücke aus Grabdenkmalgeschäften).
Medizinflaschen, Inhalt 50 g 10 Stück, Inhalt 100 g 10 Stück.
Papier: Fließpapier; glattes und mattes schwarzes Papier; Karton; Pappe; Pergamentpapier; gummiertes Papier.
Pipetten, gerade und gebogene, aus Glasröhren selbst herzustellen.
Quetschhähne, 6 Stück.
Reagensgläser, 24 Stück.
Sand, reinster weißer.
Schalen, aus Porzellan 3 Stück, aus Glas 6 Stück, darunter 3 dickwandige von etwa 12 cm Durchmesser für Quecksilber.
Stanniol.
Stative mit Zubehör, 3 Stück mit je 6 Klemmen.
Stecknadeln.
Stramin.
Teller, 2 flache und 2 tiefe Eßteller.
Tierblase.
Tonzylinder (weiße Batteriezylinder), Durchmesser 3,5 cm, Höhe 5 cm, 50 Stück.
Tusche, schwarze chinesische zum Anreiben.
Zylinderglas, mit Glasstopfen, 50—55 cm lang, 5 cm Durchmesser.

3. Reagenzien.

Alkohol, 96 %ig, 1 l.
Ammoniak, 0,5 l.
Ammoniummolybdat, 10 g.
Ammoniumnitrat, 50 g.
Baryumchlorid, 20 g.
Baryumhydroxyd, 25 g (Barytwasser: 5 g Baryumhydroxyd in 250 ccm Wasser).
Benzol.
Chloralhydrat, 100 g (32 g zu lösen in 10 ccm Wasser),
Eisenchlorid, offizinelle Lösung.
Farben (von Dr. G. Grübler, Leipzig) Fuchsin 10 g, Indigokarmin 5 g, Methylgrün 5 g.
Ferrozyankalium 15 g (8 g zu lösen in 100 ccm Wasser).
Gelatine, feinste, 500 g.
Jodjodkalium (0,3 g Jod, 1,2 g Jodkalium, 100 ccm Wasser).
Kaliumchlorid, 25 g.
Kaliumhydroxyd, 100 g (Lösung: 10 g Kaliumh., 100 ccm Wasser).
Kaliumnitrat, 100 g.
Kalziumnitrat, 50 g.
Kalziumphosphat, 25 g.
Kalziumsulfat, 50 g.
Kobaltchlorür, 30 g (Lösung: 6 g in 100 Wasser).
Kupfersulfat, 30 g (Lösung: 8 g in 100 Wasser).
Magnesiumsulfat, 25 g.
Monokaliumphosphat, 25 g.
Natriumchlorid, 100 g.
Natronkalk, 100 g.
Quecksilber, 1000 g.
Rohrzucker, 500 g.
Sägemehl, von Koniferenholz.
Säuren: Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, je 100—500 g.

4. Nährsubstrate.[1])

Bierwürze, süß oder gehopft, aus einer Brauerei zu beziehen, nach mehrmaligem Aufkochen in zugestöpselter Flasche (Wattestopfen) haltbar.

Bierwürzegelatine. Setzt man zu 100 ccm Bierwürze 10—15 g reinster Gelatine und erwärmt die Mischung unter stetem Umrühren, bis die Gelatine geschmolzen ist, so erhält man einen vorzüglichen Nährboden für eine ganze Anzahl von Bakterien und Pilzen. Er wird an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je eine halbe Stunde (am besten in einem Glasgefäß mit Watteverschluß) sterilisiert und nach Abkühlung auf etwa 35 Grad in sterile Petrischalen gegossen. Man kann entweder der noch flüssigen Gelatine Bakterien- und Pilzkeime zusetzen, diese durch Hin- und Herbewegen der Petrischale verteilen und dann die Gelatine erstarren lassen oder auf die erstarrte Gelatine die Keime mit einer Platinnadel aufimpfen (Stichkultur oder Strichkultur). Geeignetes Ausgangsmaterial ist ein frisch aus einer Gastwirtschaft entnommener alter Bierfilz, aus dessen Mitte man ein etwa 1 ccm großes Stück ausschneidet. Das Stück wird in einem Reagensglas mit sterilem Wasser ausgespült und mit dem Spülwasser werden direkt und nach ein- bis mehrmaliger Verdünnung verschiedene Schalen mit noch flüssiger Gelatine geimpft (mit Platinöse).

Die Petrischalen sind den Lindnerschen Zylindern (Lindnersche Rollkultur), die neuerdings vielfach empfohlen werden, bei weitem vorzuziehen, denn gelatineverflüssigende Organismen sinken in den Lindnerschen Zylindern ab, die Oberseiten der sich entwickelnden Organismen sind weder mit der Lupe noch mit dem Mikroskop gut zu beobachten und Proben sind unbequem zu entnehmen.

Über die Methoden der Einzelkultur E. Chr. Hansens vergleiche A. Klöcker, Die Gärungsorganismen, 2. Aufl., Stuttgart, über die Lindners siehe P. Lindner, Mikroskopische Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben, und über die Burris (Burrische Tuschepunktkultur) siehe Löhnis, landwirtschaftlich-bakteriologisches Praktikum, S. 69 oder Burri, Zentralbl. f. Bakteriol., II. Abt., Bd. 20, S. 95 oder Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht, V. Bd., S. 410 ff.

Pflaumensaft, kalter filtrierter Auszug aus Backpflaumen (20 auf 1 l), nach Sterilisation haltbar.

Pflaumensaftgelatine, Pflaumensaft mit 10—15 g Gelatine auf 100 g Saft. Bereitung s. Bierwürzegelatine.

Brot, frisch, von Roggen.

Nährlösungen von bestimmter Zusammensetzung:

1. für grüne Pflanzen.

Nach Detmer: In 1 l destillierten Wassers löse man: 1 g Kalziumnitrat, 0,25 g Kaliumchlorid, 0,25 g Magnesiumsulfat, 0,25 g Monokaliumphosphat, 3 Tropfen Eisenchlorid.

Nach Detmer: In 1 l destillierten Wassers löse man: 1 g Kaliumnitrat, 0,5 g Natriumchlorid, 0,5 g Kalziumsulfat, 0,5 g Magnesiumsulfat, 3 Tropfen Eisenchlorid.

Nach Pfeffer: Zu 1 l Wasser setze man je 2,5 ccm von Lösung I und II:

I. 40 g Kalziumnitrat, 10 g Kaliumnitrat, 10 g Monokaliumphosphat in 350 ccm destillierten Wassers.

1) Vgl. hierzu H. Fischer S. 105 ff. dieses Werkes. Der Herausgeber.

II. 10 g Magnesiumsulfat, 3 Tropfen Eisenchlorid in 350 ccm destillierten Wassers.

2. für Pilze, besonders Hefe.

In 1 l destillierten Wassers löse man: 150 g Rohrzucker, 10 g Ammoniumnitrat, 5 g Kaliumphosphat, 0,5 g Kalziumphosphat, 2,5 g Magnesiumsulfat.

III. Bezugsquellen.

1. Apparate.

a) Pflanzenphysiologische:

E. Albrecht, Tübingen (Klinostaten, Auxanometer).
P. Altmann, Berlin NW 6, Luisenstr. 47.
Gesellschaft für Laboratoriumsbedarf m. b. H., Berlin NW 6, Luisenstr. 59.
F. Hugershoff, Leipzig, Carolinenstr. 13 (Apparate nach Pfeffer).
F. und M. Lautenschläger, Berlin N 39, Chausseestr. 92.
E. Leitz, Berlin NW 6, Luisenstr. 45.
Dr. Müncke, Berlin NW 6, Luisenstr. 58.

b) Optische:

E. Leitz, optische Werke, Wetzlar; Berlin NW 6, Luisenstr. 45.
W. und H. Seibert, optisches Institut, Wetzlar.
R. Winkel, optische Anstalt, Göttingen.
C. Zeiß, optische Werkstätten, Jena.

2. Reagenzien und Farben.

Dr. G. Grübler & Co., Leipzig.
E. Merck, Darmstadt.

3. Versuchspflanzen.

a) Höhere Pflanzen und Samen von höheren Pflanzen:

Haage und Schmidt, Erfurt.

b) Kulturen von Pilzen und Bakterien:

Zentralstelle für Pilzkulturen, Römer Visscherstraat 1, Amsterdam.
F. Krals bakteriologisches Museum, Zimmermannsgasse 3, Wien 9.

IV. Zusammenstellung pflanzenphysiologischer Versuche.

In der Anordnung der Versuche richte ich mich nach der von Jost im Strasburgerschen Lehrbuch der Botanik für Hochschulen gewählten Einteilung. Der zur Verfügung stehende Raum reicht nicht aus, die Versuche im einzelnen genau zu beschreiben. Ich muß mich deshalb damit begnügen, eine kleine Anzahl von pflanzenphysiologischen Fundamentalversuchen zusammenzustellen und einige Andeutungen über ihre Ausführung hinzuzufügen.

A. Stoffwechsel.

I. Die stoffliche Zusammensetzung der Pflanzen.

1. Wassergehalt und Trockensubstanz. 100 g frische Blätter werden abgewogen, zuerst an der Luft und dann bei 105 Grad C getrocknet. Das Gewicht der Trockensubstanz wird wieder festgestellt. Aus der Gewichtsdifferenz ergibt sich der Wassergehalt.

Aschengehalt der Trockensubstanz. Die Trockensubstanz wird in einem Porzellantiegel vorsichtig verascht und die Asche nach dem Erkalten gewogen.

2. Nachweis einiger Elemente in der Trockensubstanz. Wegen des Nachweises von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff in der Trockensubstanz vgl. die Lehrbücher der organischen Chemie und der organisch chemischen Analyse, z. B. L. Gattermann, Die Praxis des organischen Chemikers, Leipzig 1904, S. 68—69.

Um die Elemente Schwefel, Phosphor, Eisen, Kalzium, Kalium und Magnesium zu bestimmen, hat man zuerst die Trockensubstanz zu veraschen. Man benutzt am besten reine Holz-

oder Zigarrenasche und für den Phosphornachweis Asche von eiweißhaltigen Samen (z. B. von entschalten Rizinussamen). Für die wichtigeren Stoffe mögen folgende Angaben genügen: Schwefel. 5 g Holzasche werden mit 20 g Wasser übergossen. Zu der Mischung wird etwas Salzsäure gesetzt. Im Filtrat weist man Schwefelsäure mit Baryumchlorid nach. Phosphor. Von der Asche von drei entschalten Rizinussamen wird eine kleine Menge in einem Uhrglas mit Salzsäure und Wasser versetzt. Die Lösung wird über der Flamme eingedampft und der Rückstand mit einigen Tropfen 5%iger Ammoniummolybdatlösung und Salpetersäure versetzt. Gelber Niederschlag bei Anwesenheit von Phosphor. Eisen. Eine Mischung von 5 g Holzasche und 20 g Wasser wird mit Salzsäure versetzt. Zum Filtrat gibt man Ferrozyankalium. Blaufärbung zeigt Eisen an. Kalzium und Kalium. Nachweis spektroskopisch.

Näheres in den anorganisch-chemischen Praktika und bei Detmer, 4. Aufl., S. 49ff.

II. Aufnahme und Bewegung von Stoffen.

a) Aufnahme von Stoffen in die Zelle.

Zu erläutern sind die Erscheinungen der Diffusion, der Diosmose durch eine Membran, des osmotischen Druckes und der Plasmolyse.

3. Diffusion. In einem dünnen, 50 cm langen, mit geschliffenem Glasstopfen versehenen Zylinderglas wird eine 20 cm lange Säule 10%iger Kupfersulfatlösung mit einer ebenso langen Wassersäule vorsichtig überschichtet.

Besser ist es, statt der Kupfersulfatlösung eine stark mit Indigokarmin gefärbte 10%ige Gelatine zu verwenden, die nach dem Erstarren mit einer ungefärbten, ebenfalls 10%igen übergossen wird. In jedem Falle wird die Grenze mit einem Papierstreifen markiert. Die Blaufärbung breitet sich langsam über die Marke hinüber aus.

Versuche über Diosmose durch eine Membran hindurch, über osmotischen Druck und über Plasmolyse sind bei Detmer, Claussen und Pfeffer beschrieben. Versuche über Plasmolyse bieten einen passenden Ausgangspunkt für Erörterungen über die Dissoziationstheorie.

b) Aufnahme von Stoffen in die vielzellige Pflanze. Bewegung der Stoffe in der Pflanze.

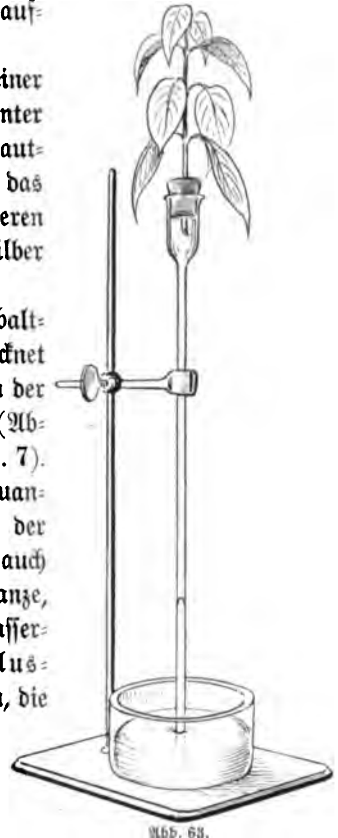
4. Wegsamkeit der Interzellularen für Luft. Der Nachweis ist mit Hilfe sehr verschiedener Versuche möglich, die bei Detmer, Pfeffer (Bd. I, S. 178) und Claussen (S. 4) beschrieben sind. Für den Unterricht empfiehlt sich Beschränkung auf das Blatt und seine Interzellularen und Wahl der bei Claussen (S. 4) angegebenen Versuchsanordnung (Abb. 62), weil es bei dieser auf absolut dichte Verschlüsse nicht ankommt. Sollte das Blatt nicht ganz genau in die eine Öffnung des Kautschukstopfens hineinpassen, so kann durch Zusatz von etwas Wasser oder flüssigem Leim (Gummiarabikum) der Verschluß verbessert werden.


Abb. 62.

5. Wurzelhaare, Wurzelhaube und Wurzeltasche. Wurzelhaare zeigt man am besten an Kressesamen, die nach Quellung an feuchtes auf Glas befestigtes Fließpapier geklebt werden. Die Glasplatte mit dem Fließpapier stellt man in ein Glasgefäß mit Wasser, damit das Fließpapier dauernd feucht bleibt. Die Wurzelhaare erscheinen nach spätestens drei Tagen. Sät man Senfsamen in Sand oder Erde oder Sägemehl und hebt nach einiger Zeit die Keimpflanzen behutsam heraus, so

bleiben an ihren Wurzelhaaren nach dem Abspülen in Wasser Substratpartikelchen hängen. Wohlausgebildete Wurzelhauben zeigen Längsschnitte durch Wurzeln von *Zea Mays, Vicia Faba* usw., die man jederzeit ziehen kann, oder von *Nymphaea* und *Nuphar*, die man im Freien einsammelt. Material kann in 70%igem Alkohol lange Zeit aufbewahrt werden.

6. Saugwirkung transpirierender Sprosse. Ein Sproß einer derbblätterigen Pflanze (Weidensproß) wird an passender Stelle unter Wasser glatt durchschnitten und mit Hilfe eines einfach durchbohrten Kautschukstopfens auf ein Glasrohr von bestimmter Form gesetzt (Abb. 57 *b*), das man durch das dünne Steigrohr mit Wasser füllt und mit seinem unteren Ende in Quecksilber taucht (Anordnung siehe Abb. 63). Das Quecksilber steigt langsam empor.


Abb. 63.

7. Nachweis der Transpiration: a) qualitativ mit blauem Kobaltpapier (Fließpapier, getränkt mit 6%iger Kobaltchlorürlösung, getrocknet durch Aufhängen an einer Wäscheleine, blau gefärbt durch Trocknen in der Wärme), das man auf die Blattober- und die Blattunterseite legt (Abbildung bei Pfeffer, Bd. I, S. 224, Beschreibung bei Claussen, S. 7). Die papierbedeckten Blätter kommen zwischen zwei Glasplatten. b) quantitativ (näherungsweise) durch die Versuchsanordnung Abb. 64, bei der man das Volumen der aufgenommenen Wassermenge mißt (siehe auch Pfeffer, Bd. I, S. 223 und Detmer) oder durch Wägung einer Pflanze, die sich in einem mit Stanniol umhüllten Topf befindet, so daß die Wasserabgabe aus dem Boden verhindert ist (Pfeffer, Bd. I, S. 222). Austritt tropfbar flüssigen Wassers zeigt man an Haferkeimpflanzen, die gut begossen und dann mit einer Käseglocke bedeckt werden.

8. Blutungsdruck. Den Sproß eines kräftigen Topfexemplars von *Sanchezia nobilis* durchschneidet man mit einem scharfen Messer und verbindet den Stumpf durch einen kurzen Gummischlauch mit einem Glasrohr von der in Abb. 57 *d* dargestellten Form, dessen Hauptrohr mit Wasser gefüllt und mit einem Kautschukstopfen verschlossen wird. Das Wasser steigt im Seitenrohr sehr bald, oft bis zu bedeutender Höhe. Da der Versuch mit anderen Pflanzen nur zeitweise gelingt, so ist eine sorgfältige Vorprobe unerläßlich, wenn man *Sanchesia* nicht zur Verfügung hat.

9. Leitung des Wassers im Holzteil der Gefäße ist bei *Impatiens noli tangere* oder *I. parviflora* sichtbar zu machen, wenn man einen Sproß unter Wasser durchschneidet und dann die Schnittfläche des Spitzenteils in eine ziemlich konzentrierte, wäßrige Fuchsinlösung steckt. Das abgeschnittene Sproßstück nimmt die Farblösung auf und die gefärbten Bündel scheinen durch. Zu beachten ist das Verhalten der Blattadern und der Blattzähne (Wasserspalten!).

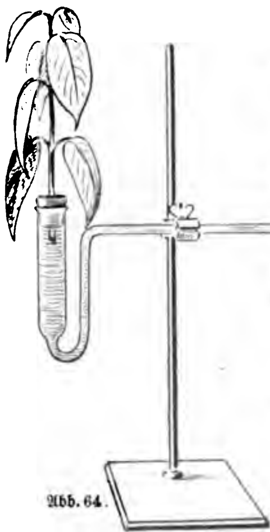


Abb. 64.

10. Anzucht von Pflanzen für Versuchszwecke. Man läßt Samen in Wasser oder zwischen feuchtem Fließpapier quellen und bringt sie dann in mäßig feuchtes Sägemehl von Koniferenholz. Um regelmäßig gewachsene Keimpflanzen zu erhalten, hat man die Samen so zu legen, daß die Wurzel des Embryo nach unten zeigt. Für Versuche eignen sich: *Vicia Faba, V. sativa, Lupinus luteus, Pisum*

sativum, Zea Mays, Avena sativa, Triticum vulgare, Hordeum vulgare, Fagopyrum esculentum und viele andere.

11. Wasserkultur. Ein mit schwarzem Glanzpapier (weiße Seite außen, schwarze innen) beklebtes Gefäß von 2—4 l Inhalt wird mit Nährlösung für grüne Pflanzen gefüllt (Rezepte siehe unter Reagenzien) und mit einer durchbohrten Platte aus Kork oder Holz verschlossen, in deren Bohrloch eine Keimpflanze von *Zea* oder *Fagopyrum* mit Hilfe von Watte und Stecknadeln befestigt wird. Durch Auffüllen von Nährlösung ist dafür zu sorgen, daß die Wurzel der Versuchspflanze (und nur diese!) dauernd benetzt bleibt. Die Pflanzen dürfen nicht in zu trockener Luft stehen. Es ist wünschenswert, mehrere Versuche gleichzeitig zu machen. Dauer 6—12 Wochen.

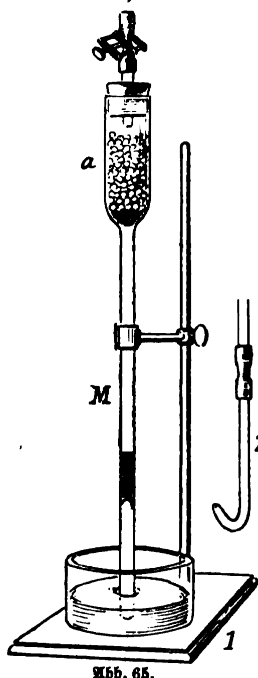


Abb. 65.

12. Korrosion einer Marmortafel. Auf eine polierte Marmortafel legt man eine wenigstens 5 cm lange Keimwurzel von *Pisum*, bedeckt sie mit einigen Lagen dauernd feucht zu haltenden Fließpapiers und preßt diese durch Glasplatten an. Die Wurzel ätzt im Verlauf von zwei bis drei Wochen die Platte an.

13. Hungerkultur in kohlensäurefreier Luft. Versuche sind beschrieben bei Pfeffer, Bd. I, S. 300 und bei Claussen, Pflanzenphysiologische Versuche, S. 10 (siehe Abb. 56).

III. Assimilation der Nährstoffe.

a) Assimilation des Kohlenstoffs.

14. Chlorophyllfarbstoff. Frische, sauber gewaschene Grasblätter werden in Wasser gekocht, abgepreßt und ihr Chlorophyll mit kaltem 96%igem Alkohol extrahiert. Von der Lösung werden 20 ccm mit 10 ccm Benzol in einem Reagensrohr geschüttelt. Durch vorsichtigen Wasserzusatz erreicht man eine scharfe Trennung des gelben Xanthophylls vom blaugrünen Zyanophyll, das mit dem Benzol aufsteigt.

15. Spektrum der Rohchlorophyllösung. In einem parallelwandigen Gefäß, das man zur Not aus zwei Objektträgern und aus drei aus einem dicken Glasstreifen geschnittenen Stücken mit Hilfe von Kanadabalsam (lange Trockenzeit!) oder Wachskolophonium (Gefäß unmittelbar gebrauchsfertig) kitten kann, bringt man etwas Rohchlorophyllösung vor den Spektralapparat und studiert an der Hand einer Lehrbuchfigur ihr Absorptionsspektrum.

16. Sauerstoffausscheidung bei der Assimilation. Frische abgeschnittene *Elodea*-sprosse werden in einem Becherglase mit frischem Brunnenwasser der Sonne ausgesetzt. Der Sauerstoff perlt in Blasen (Zählung der Blasen im Licht und bei Beschattung) aus den Schnittflächen heraus und kann mit Hilfe eines umgestülpten Trichters, dessen Ansatzrohr verschlossen wird, aufgefangen werden. Ansehnliche Mengen sind nur in längerer Zeit zu gewinnen.

Grüne Algen (*Spirogyra* und ähnliche) werden durch die im Licht von ihnen ausgeschiedenen und zwischen ihren Fäden sich fangenden Sauerstoffblasen zum Aufsteigen gebracht. Im Dunkeln bleiben sie am Boden liegen.

17. Stärkeprobe. Dünner Stärkekleister, hergestellt in einem Reagensglase durch Kochen von wenig Stärke mit Wasser, färbt sich bei Jodjodkaliumzusatz in der Kälte blau und wird in der Wärme wieder farblos.

18. Nachweis von Stärke in Blättern. Blätter von *Tropaeolum*, welche teils mit Stanniol umhüllt, teils unbedeckt mehrere Tage der Sonne ausgesetzt waren, werden durch

Kochen mit Wasser getötet, mit Alkohol ausgezogen und mit Chloralhydrat durchsichtig gemacht. Auf Jodzusatz färben sich die besonnten blauschwarz, während die verdunkelten hell bleiben. Die Jodlösung ist vor der Besichtigung der Blätter mit Wasser abzuspülen. (Verdunkelung bestimmter Blattstellen mit Kork oder Stanniolstücken. Benutzung panaschierter Blätter.)

Mikrochemisch weist man die Stärke in Blättern, die beleuchtet waren, nach, indem man dünne Schnitte nach Behandlung mit Jod in Chloralhydrat bringt. Die Beobachtung muß rasch geschehen, da die Stärkekörner sonst vollständig verquellen können, ehe man sie zu Gesicht bekommt.

19. Kohlenstoffassimilation bei Saprophyten (*Neottia nidus avis*, Hutpilze) und Parasiten (*Orobanche*, *Cuscuta*, *Viscum*).

b) Assimilation des Stickstoffs.

20. Fleischfressende Pflanzen (*Drosera*, *Nepenthes*-Kannen in Spiritus), Bakterienknöllchen.

IV. Atmung und Gärung.

21. Verbrauch von Sauerstoff bei der Atmung. In den dickeren Teil des in Abb. 57*b* dargestellten Glasrohres schließt man Weizenkeimlinge ein und taucht sein dünnes Ansatzrohr in Quecksilber (Abb. 65). Vor dem Versuch bläst man zur Absorption der sich bildenden Kohlensäure mit Hilfe einer gebogenen Pipette etwas Kalilauge in die Röhre. In dem Maße, wie Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure gebildet wird, steigt das Quecksilber, da die Kohlensäure sofort von der Lauge aufgenommen wird.

22. Bildung von Kohlensäure bei der Atmung. Einen zur Hälfte mit Weizenkeimlingen gefüllten geschlossenen Zylinder läßt man 12 Stunden stehen. Die gebildete Kohlensäure wird mit Barytwasser (in kleinem Gefäß; Bildung eines Baryumkarbonatniederschlages) nachgewiesen. (Brennende Kerze erlischt.)

23. Atmungsversuch. Es werden hintereinandergereiht ein Gefäß zum Absorbieren der Luftkohlensäure mit Natronkalk, eines mit Barytwasser zur Prüfung der Luft auf Reinheit von Kohlensäure, eines mit Versuchspflanzen, eines mit Barytwasser zum Kohlensäurenachweis und ein Aspirator. Näheres findet man bei Pfeffer, Bd. I, S. 527, Detmer und Claussen.

24. Intramolekulare Atmung. Stücke von keimenden Samen von *Vicia Faba* läßt man in ein Barometervakuum aufsteigen. Infolge der Kohlensäureentwicklung fällt die Quecksilbersäule. Die Kohlensäure kann man durch Kalilauge absorbieren lassen (Steigen der Quecksilbersäule).

25. Kohlensäureentwicklung bei der alkoholischen Gärung. Bierwürze (oder Hefenährlösung) wird in einem Kolben mit Hefe versetzt. Durch ein Glasrohr leitet man die sich bildende Kohlensäure in Barytwasser.

B. Entwicklung.

26. Quellung zeigt man an Laminariastiften, an Kressesamen, an Quittensamen und dergleichen, die man in Wasser wirft.

27. Wärmeentwicklung bei der Quellung. Bei 50—60 Grad getrocknete Stärke wird nach Abkühlung mit Wasser von der gleichen Temperatur versetzt. Die Temperatur der Mischung steigt um mehrere Grade.

28. Messung der Zuwachsgröße. Verschiedene Pflanzenteile (Achsen, Blattstiele, Wurzeln) werden mit Tuschemarken (ungiftige Tusche!) von bestimmtem Abstand versehen.

Nach einer gewissen Zeit (etwa 24—48 Stunden) werden die Abstände der Marken gemessen. Die Zuwachsgröße von Sprossen kann auch mit dem Auxanometer gemessen werden und zwar bei genügender Länge des Auxanometerzeigers und rasch wachsenden Pflanzen in sehr kurzer Zeit.

29. Gewebespannungen. In Querspannung (tangentialer Spannung) befindet sich die Rinde von Weidenzweigen am Anfang des Sommers. Deshalb hat ein abgelöster Rindenring das Bestreben, sich zu verkürzen. Längsspannungen bestehen z. B. in wachsenden Sprossen (in jungen Internodien von *Sambucus*-Zweigen, in Schäften blühender *Taraxacum*-Köpfe und vielen anderen Objekten mehr). Spaltet man daher einen solchen Sproß oder eine mediane Längslamelle aus ihm, so treten Krümmungen ein, aus denen die Art der Spannung erschlossen werden kann. Durch Eintauchen der gekrümmten Pflanzenteile in plasmolysierende Lösungen können die Krümmungen rückgängig gemacht werden.

30. Etiolement. Von zwei Keimpflanzen, die sich in Blumentöpfen befinden, wird die eine mit einem Pappzylinder verdunkelt, während die andere am Licht stehen bleibt. Die verdunkelte zeigt nach einiger Zeit einen völlig veränderten Habitus.

C. Bewegungen.

I. Hygroskopische Bewegungen

sind an den Schnäbeln der Fruchtklappen von *Erodium gruinum* (und andern *Erodium*-Arten), den Doldenstrahlen von *Daucus*, den Ästen der Jerichorose, *Anastatica*, und vielen andern Objekten zu zeigen. Beispiele bei Jost, Pfeffer usw. (31).

II. Bewegungen der lebenstätigen Pflanze.

32. Heliotropismus. Haferkeimlinge (2—3 cm lang) werden in eine heliotropische Kammer gebracht (Abb. 58 u. 59). Sie krümmen sich der Lichtöffnung der Kammer zu (positiver Heliotropismus). Wurzeln (*Sinapis*, *Lepidium*) krümmen sich von der Lichtquelle fort (negativer Heliotropismus). Die Wurzeln müssen vor dem Vertrocknen geschützt werden. Man läßt sie in Wasser tauchen oder zieht sie an feuchtem Fließpapier (siehe Versuch 5).

33. Ausschließung des Heliotropismus. Dreht man bei einseitig auffallendem Licht eine Pflanze auf dem Klinostaten um eine vertikale Achse, so krümmt sich ihr Sproß der Lichtquelle nicht zu, sondern bleibt gerade (Abb. 60*b*).

34. Geotropismus. In feuchte Watte gepackte Samen von *Vicia Faba* mit 2—4 cm langen Keimwurzeln werden so auf Kork gespießt, daß die Wurzeln horizontal liegen. Die Samen sind mit einer mit feuchtem Fließpapier ausgekleideten Glocke zu überdecken und zu verdunkeln. Im Verlauf einiger Stunden richten sich die Wurzelspitzen senkrecht nach abwärts. Man kann auch Kressewurzeln in der in Versuch 5 geschilderten Weise ziehen und die Pflanzen nach einiger Zeit horizontal legen. Der Erfolg tritt rasch ein (positiver Geotropismus). Ein Haferkeimling wird horizontal gelegt und verdunkelt. Seine Spitze krümmt sich aufwärts (negativer Geotropismus).

35. Aufhebung der Schwerkraftwirkung kann in der Weise geschehen, daß man eine Versuchspflanze in horizontaler Lage um eine horizontale Klinostatenachse rotieren läßt.

36. Zentrifugalversuch. An der Korkscheibe *c* des durch Abb. 55 *a* veranschaulichten Apparates befestigt man entweder zwei kleine Tonzylinder mit Haferkeimlingen (Abb. 55 *c*) oder zwei in feuchte Watte gehüllte Samen von *Vicia Faba* mit 2—4 cm langen Wurzeln (Abb. 55 *a*) und läßt die Scheibe 12 Stunden unter Glasbedeckung mit passender Geschwindigkeit rotieren.

37. Diageotropismus. Im Sachsschen Wurzelkasten ziehe man Wurzeln von *Vicia Faba* und beobachte die Stellung der Seitenwurzeln durch die Glasscheiben hindurch (Abb. 61).

38. Nutation windender Sprosse. *Humulus-*, *Ipomaea-*, *Convolvulus-* oder *Phaseolus*-Pflanzen ziehe man in Blumentöpfen und lasse sie an fingerdicken, runden Blumenstöcken winden. Dauer 4—8 Wochen.

39. Chemotropismus Der in Abb. 54 dargestellte Blechrahmen wird mit Stramin überbunden, mit feuchtem Sägemehl gefüllt und nach Bepflanzen mit Erbsen schief in ein Gefäß mit Wasser gestellt. Sobald die Wurzeln die Sägespäne durchwachsen haben, krümmen sie sich von der Vertikalen fort der feuchten Fläche zu (positiver Hydrotropismus). Das Vorkommen eines negativen Hydrotropismus beweist man in der von Claussen, Pflanzenphysiologische Versuche, S. 28 angegebenen Weise.

40. Thigmotropismus, Krümmung durch Kontaktreiz, zeigen wachsende Ranken von *Bryonia* und anderen Pflanzen.

41. Thermonastie, Wachstumskrümmung durch Temperaturwechsel sieht man an Blüten von *Crocus* und *Tulipa*, die sich bei Überführung aus niederer (5 Grad C) in höhere Temperatur (20—25 Grad C) öffnen.

42. Seismonastie, Stoßreizbewegung bei *Mimosa*. Messung der Geschwindigkeit der Reizfortpflanzung.

Literatur.

Lehrbücher der allgemeinen Botanik.

Nathansohn, A., Allgemeine Botanik. Leipzig 1912.

Fitting, H., Jost, L., Schenck, H., Karsten, G., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Jena 1913.

Warming-Johannsen, Lehrbuch der allgemeinen Botanik, deutsch von Meinecke. Berlin 1909.
Die Bücher enthalten größere Abschnitte über Physiologie.

Lehrbücher über Physiologie oder über Spezialfächer der Physiologie.

a) Physiologie, allgemein.

Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1. Aufl. Jena 1904. 2. Aufl. Jena 1908. 3. Aufl. Jena 1913. Mit Literaturangaben.

Palladin, W., Pflanzenphysiologie. Berlin 1912.

Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Bd. I, 1898. Bd. II, 1. 1901, 2. 1904. Mit Literaturangaben.

Sachs, J., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887.

b) Physiologie, Spezialfächer.

Nathansohn, A., Der Stoffwechsel der Pflanzen. Leipzig 1910.

Pringsheim, E., Die Reizbewegungen der Pflanzen. Berlin 1912.

Benecke, W., Bau und Leben der Bakterien. Leipzig und Berlin 1912. Physiologie der Bakterien, mit Literaturangaben.

Lafar, F., Handbuch der technischen Mykologie. 5 Bände. Jena, im Erscheinen. Gärungsphysiologische Fragen. Mit Literaturangaben.

Löhnis, F., Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie. Berlin 1910. Mit Literaturangaben.

c) Pflanzenphysiologische Praktika.

Claussen, P., Pflanzenphysiologische Versuche und Demonstrationen für die Schule. Leipzig und Berlin 1910.

Detmer, W., Pflanzenphysiologisches Praktikum. 4. Aufl. Jena 1912.

Linsbaur, L. und K., Vorschule der Pflanzenphysiologie. Wien 1906.

Oels, W., Pflanzenphysiologische Versuche für die Schule. 2. Aufl. Braunschweig 1907.

Schleichert, F., Anleitung zu botanischen Beobachtungen und pflanzenphysiologischen Experimenten. 7. Aufl. Langensalza 1909.

d) Anleitungen zur Kultur von Mikroorganismen.

Küster, E., Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Leipzig und Berlin 1907. Mit Literaturangaben.

Löhnis, F., Landwirtschaftlich-bakteriologisches Praktikum. Berlin 1911. Mit Angabe der hauptsächlichsten Literatur.

Meyer, A., Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena 1903. Mit Literatur.

e) Zeitschriften.

Botanical Gazette, Bände seit 1900. Chikago.

Flora oder allgemeine botanische Zeitung, seit 1890 etwa. Jena.

Justs botanischer Jahresbericht. Red. von Just, Koehne, Schumann, Fedde. Berlin. Referate über fast die gesamte botanische Literatur.

Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht (Fortsetzung von Natur und Schule). Leipzig.

Natur und Schule. Leipzig.

Lehrbücher über mikroskopische Technik.

Kienitz-Gerloff, F., Botanisch-mikroskopisches Praktikum. Leipzig 1910.

Strasburger, E., Das kleine botanische Praktikum. 5. Aufl. Jena 1904.

Meyer, A., Erstes mikroskopisches Praktikum. 2. Aufl. Jena 1907.

Möbius, M., Botanisch-mikroskopisches Praktikum für Anfänger. 2. Aufl. Berlin 1909.

Lehrbücher über Pflanzenanatomie.

Bary, A. de, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.

Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig 1909. Mit Literaturangaben.

Tierphysiologische Versuche.

Von Professor Dr. **R. Rosemann**, o. Professor der Physiologie und Direktor des Physiologischen Instituts der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Es ist gewiß in hohem Maße erwünscht, daß auch die Tatsachen der tierischen Physiologie, soweit sie beim Schulunterricht zur Erörterung kommen, durch Demonstrationen und Experimente erläutert werden. Denn es gilt für die Physiologie hier dasselbe wie für jede andere naturwissenschaftliche Disziplin, daß die Selbstbeobachtung ein unumgängliches Hilfsmittel des Unterrichts darstellt. Die Auswahl der für die Schule brauchbaren Experimente wird dabei weniger bedingt durch die zur Verfügung stehenden Mittel, da sich auch mit sehr beschränkten Hilfsmitteln gerade auf unserm Gebiete recht vieles zeigen läßt, als vielmehr durch die pädagogische Rücksichtnahme, die Versuche an lebenden höheren Tieren, soweit sie mit Eingriffen in den tierischen Organismus verbunden sind, grundsätzlich ausschließt. Dagegen braucht man meiner Meinung nach auf Versuche an niederen Tieren, vor allem am Frosch, auch in der Schule nicht zu verzichten. Die Widerstandsfähigkeit der Gewebe des Kaltblüters gestattet es, alle überhaupt in Betracht kommenden Versuche an Tieren auszuführen, die vorher durch Zerstörung des Zentralnervensystems getötet sind, also von den Eingriffen keine Schmerzen empfinden können. Selbst die Tötung braucht nicht im Unterricht vorgenommen zu werden, sondern kann vorher ausgeführt werden, so daß die Schüler überhaupt nur das bereits getötete Tier zu sehen bekommen.

Physiologie des Blutes.

1. Defibriniertes Blut. Fibrin. Blutkuchen. Serum.

Auf dem Schlachthofe fängt man Blut aus der durchschnittenen Ader eines Schlachttieres in einem Gefäße auf und schlägt es kräftig 5—10 Minuten lang mit einem (Glas- oder Holz-)Stabe. Das bei der Gerinnung des Blutes aus der Blutflüssigkeit (Plasma) sich ausscheidende Fibrin (Faserstoff), welches sonst den Blutkuchen bildet (s. unten), wickelt sich hierbei um den schlagenden Stab; das Blut ist jetzt ungerinnbar gemacht, „defibriniert" (Blut, wie es z. B. zur Bereitung von Blutwurst usw. im gewöhnlichen Leben Verwendung findet). Das Fibrin wird von dem Stabe abgelöst und zur Entfernung der noch anhaftenden roten Blutkörperchen so lange an der Wasserleitung in fließendem Wasser gewaschen, bis es als eine farblose Fasermasse erscheint. (Verwendung s. unten, Versuch Nr. 16, Einwirkung des Magensaftes auf Eiweiß.)

In einem anderen Gefäße (Zylinderglas) fängt man Blut aus der Ader eines Schlachttieres auf und läßt es an einem kühlen Orte ruhig 24 Stunden lang stehen. Das ganze Blut gerinnt zu einer gallertigen Masse, dem Blutkuchen, indem das Fibrin sich in Form eines faserigen Netzes ausscheidet und dabei die geformten Elemente des Blutes (Blutkörperchen) in seinen Maschen einschließt; der entstandene Blutkuchen bildet einen Abguß des Gefäßes. Bedeutung der Gerinnung für den provisorischen Schluß von Wunden, für den die gallertige Masse des Blutkuchens natürlich besonders geeignet ist. Der Blutkuchen ist auf

seiner Oberfläche, die mit der Luft in Berührung gestanden hat, hellrot gefärbt, im Innern (durchschneiden!) dunkelschwarzrot; beim Stehenlassen an der Luft wird die Schnittfläche ebenfalls hellrot: Bildung von Sauerstoff-Hämoglobin. — Die nach der Ausscheidung des Fibrins übrigbleibende Flüssigkeit des Blutes heißt Serum; sie befindet sich zunächst noch in dem Blutkuchen mit eingeschlossen, tritt aber allmählich beim Stehenlassen aus ihm heraus und kann dann abgegossen oder besser mit einer Pipette vorsichtig abgesaugt werden: schwach gelbliche (häufig durch einige rote Blutkörperchen doch etwas rötlich gefärbte) Flüssigkeit. Die Schutzstoffe, die der Organismus bei Infektionen bildet (Antitoxine), häufen sich in der Blutflüssigkeit an und finden sich nach der Gerinnung im Serum (z. B. Diphtherieserum).

2. Rote und weiße Blutkörperchen.

Man berührt mit einem sauber gereinigten Deckglase einen aus einer Stichwunde des Fingers quellenden Blutstropfen, so daß möglichst wenig Blut an dem Deckglase haften bleibt, und legt dieses sofort auf einen ebenfalls gut gereinigten Objektträger; das Blut breitet sich in dünner Schicht zwischen den beiden Glasflächen aus. Um Verdunstung zu vermeiden, kann man den Rand des Objektträgers mit Öl umziehen, indem man mit einem in Öl eingetauchten Glasstabe an dem Rande des Deckglases entlang streicht. Unter dem Mikroskope sucht man eine Stelle, wo die Blutschicht möglichst dünn ist, die Blutkörperchen daher mehr vereinzelt liegen. Die sehr zahlreichen roten Blutkörperchen sind kreisrunde, nur schwach gelblich-grünlich gefärbte Scheiben, die in der Mitte einen Schatten zeigen als optischen Ausdruck einer dellenartigen Aushöhlung auf ihrer Fläche. Meist zeigen gleich von vornherein oder doch nach einiger Zeit die roten Blutkörperchen eigentümliche Formänderungen, sie werden höckerig, bzw. stachelig; es handelt sich hierbei um Schrumpfungserscheinungen infolge von Wasserverlust durch Verdunstung. Stehen sie auf der Seite, so sehen sie biskuitförmig aus, oft legen sie sich dann „geldrollenartig" an einander. Zwischen den roten erblickt man vereinzelt auch weiße Blutkörperchen. — Zum Vergleich mache man ein gleiches Präparat von Froschblut, das man beim Töten eines Frosches (vgl. Versuch Nr. 7) reichlich gewinnt. Die roten Blutkörperchen des Frosches sind viel größer als die des Menschen, sie sind elliptisch und haben einen sehr deutlichen Kern in der Mitte.

3. Sauerstoffreiches, sauerstofffreies Blut.

In einem Reagenzglase verdünnt man Blut (vom Schlächter bezogenes, defibriniertes Blut, vgl. Versuch Nr. 1) etwa zehnfach mit destilliertem Wasser und schüttelt es lebhaft mit Luft: hellscharlachrote Farbe (wie in den Arterien) infolge der Bildung von Sauerstoff-Hämoglobin. Zu einer ganz gleich behandelten Probe setzt man einige Tropfen Schwefelammonium und erwärmt gelinde: die hellscharlachrote Farbe schlägt in eine dunkelblaurote um (wie in den Venen), weil das Schwefelammonium reduzierend auf das Sauerstoff-Hämoglobin wirkt, ihm den Sauerstoff entzieht.

In den Geweben erfolgt die Abspaltung des Sauerstoffs vom Hämoglobin nicht durch die Einwirkung reduzierender Stoffe, sondern infolge des zu geringen Partiardrucks des Sauerstoffs in der Umgebung: das Sauerstoff-Hämoglobin ist nur bei einem gewissen Partiardruck des Sauerstoffs in der Umgebung beständig, unterhalb dieses Druckes zerfällt es, gibt also den Sauerstoff ab. Um diese wichtige Tatsache zu zeigen, verfährt man in folgender Weise.

In einem Erlenmeyerkolben schüttelt man einige ccm Blut kräftig mit Luft: hellscharlachrote Farbe infolge der Bildung von Sauerstoff-Hämoglobin. In einen anderen starkwandigen Kolben gibt man ebensoviel Blut und pumpt den Kolben mit einer guten Wasser-

strahlluftpumpe 1—2 Stunden hindurch annähernd luftleer: die Gase des Blutes entweichen, die Farbe wird dunkelblaurot: Sauerstofffreies Hämoglobin. Der Versuch zeigt, daß die Bildung und Zerlegung des Sauerstoff-Hämoglobins abhängt vom Partiardruck des Sauerstoffs in der Umgebung. In den Lungen, in denen annähernd derselbe Partiardruck des Sauerstoffs herrscht wie in der atmosphärischen Luft, bindet das Hämoglobin den Sauerstoff. In den Geweben, in denen kein freier Sauerstoff vorhanden, der Partiardruck des Sauerstoffs also = 0 ist (wie in dem luftleer gepumpten Kolben), wird der Sauerstoff wieder abgegeben.

4. Kohlenoxyd-Hämoglobin und die Kohlenoxyd-Vergiftung.

Das Kohlenoxyd hat eine viel stärkere chemische Verwandtschaft zum Hämoglobin als der Sauerstoff, es verdrängt daher den Sauerstoff vom Hämoglobin und macht dieses, indem es sich selbst damit verbindet, unfähig, Sauerstoff aufzunehmen. Bei Einatmung von Kohlenoxyd erfolgt daher der Tod an Erstickung, wenn nicht mehr genug sauerstoffhaltiges Hämoglobin vorhanden ist, um die Verbrennungen im Körper zu unterhalten. Man stellt kohlenoxydhaltiges Blut einfach her, indem man durch Blut Leuchtgas hindurchleitet, welches stets Kohlenoxyd in reichlicher Menge enthält. Da das Blut dabei stark schäumt, so verstopft man die Öffnung des Kolbens lose mit Watte, um das Überschäumen zu verhüten. Man verdünnt das kohlenoxydhaltige Blut im Reagenzglase etwa 10fach mit destilliertem Wasser und vergleicht es mit gewöhnlichem, gleich stark verdünntem Blut: es zeigt sich ein deutlicher Farbenunterschied, das kohlenoxydhaltige Blut sieht kirschrot aus. Setzt man zu beiden Proben einige Tropfen Schwefelammonium und erwärmt etwas, so verändert sich das sauerstoffhaltige Blut sogleich infolge der Bildung von sauerstofffreiem Hämoglobin, die Farbe wird dunkelblaurot (vgl. Versuch Nr. 3); das kohlenoxydhaltige Blut dagegen behält seine Farbe unverändert, da es natürlich nicht reduziert werden kann.

5. Häminkristalle.

Wenn es sich vor Gericht darum handelt, zu entscheiden, ob irgend ein verdächtiger Fleck Blut oder eine gleichgültige rote Flüssigkeit ist, so wird der Nachweis von Blut durch die Herstellung der Häminkristalle geliefert. Hämin ist ein Derivat des Hämoglobins, das sich auch noch aus sehr kleinen Spuren von Blut leicht in charakteristischen Kristallen herstellen läßt. Man bringt einen Tropfen Blut (aus einer Stichwunde des Fingers) auf einen Objektträger und läßt ihn völlig eintrocknen, ev. im Trockenschrank. (Mit flüssigem, wasserhaltigem Blut gelingt die Herstellung der Häminkristalle nicht). Man schabt das eingetrocknete Blut auf dem Objektträger vom Glase ab und zerreibt es etwas, setzt ein ganz kleines Körnchen Kochsalz hinzu und vermischt es gut mit dem eingetrockneten Blute, fügt dann mehrere Tropfen Eisessig hinzu, legt ein Deckgläschen auf und erwärmt vorsichtig über einer ganz kleinen Flamme, bis die ersten Blasen sich bilden. Man läßt dann abkühlen und betrachtet unter dem Mikroskop bei ziemlich starker Vergrößerung. Man findet überall sehr zahlreiche, braun gefärbte Häminkristalle von charakteristischer Gestalt: rhombische Stäbchen und Täfelchen, oft auch Kristalle in der Form von Hanfkörnern oder Paragraphenzeichen.

Man beachte besonders, daß die Herstellung von Häminkristallen nur das Vorhandensein von Blut überhaupt beweist, dagegen die Frage natürlich ganz unbeantwortet läßt, ob es sich um Menschen- oder Tierblut handelt. Diese Unterscheidung kann ebenfalls mit aller Sicherheit gemacht werden, aber nur nach einem umständlichen Verfahren, auf das hier nicht eingegangen werden kann.

Physiologie des Kreislaufes.

6. Kreislauf in der Schwimmhaut des Frosches.

Um den Frosch unbeweglich zu machen, lähmt man ihn durch Injektion von Kurare. Das Kurare, das Pfeilgift der südamerikanischen Indianer, kann man aus Chemikalienhandlungen (z. B. Merck-Darmstadt, Grübler-Leipzig) beziehen. Man stellt eine 1%ige Lösung her (immer nur wenig Lösung herstellen, da sie leicht verdirbt, während Kurare in Substanz haltbar ist) und spritzt mit einer gewöhnlichen Injektionsspritze (Morphiumspritze) einem Frosch einige Tropfen (höchstens $^1/_4$ ccm) unter die Rückenhaut. Um die richtige Stelle zu finden, beachte man, daß auf dem Rücken des Frosches leicht eine deutliche Abknickung (*a* in Abb. 66) sichtbar ist; dies ist die Stelle, wo die (ziemlich kurze) Wirbelsäule mit dem (auffallend großen) Becken des Frosches gelenkig verbunden ist. Oberhalb dieser Gelenkverbindung und seitlich von der Wirbelsäule führt man die Nadel der Spritze ein; man gelangt sofort mit der Nadel in einen großen freien Raum (Lymphraum), in den man die Lösung einspritzen kann, ohne Widerstand zu finden. Wenn man irrtümlich die Nadel in die Muskulatur hineingestochen hat, so kann man die Lösung viel schwerer injizieren; auch dauert es länger, bis sie resorbiert wird und die Wirkung eintritt. Nach einer Viertelstunde etwa ist das Tier gelähmt; man legt es auf eine Glasplatte und breitet die Zehen so auseinander, daß die Schwimmhaut glatt ausgespannt ist. Betrachtung bei mittlerer Vergrößerung. Unterscheidung von Arterien (der Blutstrom tritt aus dem größeren Gefäß in das kleinere), Venen (umgekehrt wie bei den Arterien), Kapillaren. Nach Beendigung des Versuchs töte man das Tier durch Abschneiden des Kopfes und Zerstörung des Rückenmarks (vgl. Nr. 7).

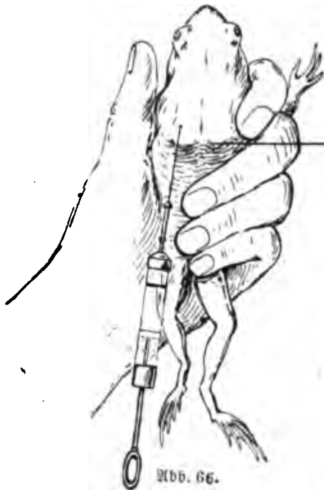


Abb. 66. Injektion von Kurare unter die Rückenhaut des Frosches.

7. Beobachtung der Bewegungen eines schlagenden Froschherzens.

Man tötet den Frosch (ev. denselben, der zu Versuch 6 gedient hat) in folgender Weise. Man faßt das Tier in der linken Hand so, daß nur der Kopf herausragt, und schneidet mit einem Scherenschlage den Kopf vom Rumpfe ab (Abb. 67). Das Rumpfstück lasse man noch nicht los, da es wegen des noch erhaltenen Rückenmarkes Reflexbewegungen ausführen kann (Fortspringen, Zappeln usw.), sondern zerstöre erst noch das Rückenmark. Auf der Schnittfläche am Rumpfe sieht man, ev. nach Abwischen des Blutes, die querdurchtrennte Wirbelsäule und in ihr den weißen Querdurchschnitt des Rückenmarks. Man führt eine Stricknadel in den Wirbelkanal und zerstört so das Rückenmark (Abb. 68). Dabei treten lebhafte Bewegungen sämtlicher Muskeln des Tieres auf durch die starke mechanische Reizung der vom Rückenmark abgehenden Bewegungsnerven; diese Bewegungen aber hören sofort nach der Zerstörung des Rückenmarks und Entfernung der Nadel auf. Man legt nun den Rumpf auf den Rücken, präpariert mit Messer und Schere die Haut von Brust und Bauch ab und er-


Abb. 67. Töten des Frosches durch Abschneiden des Kopfes.

öffnet dann den Brustkorb, indem man unterhalb des Brustbeines einen Querschnitt macht und von da aus nach oben zu links und rechts die Knochen des Schultergürtels durchtrennt (Abb. 69; die gestrichelte Linie deutet die Schnittführung an). Die dabei auftretenden Bewegungen der Vorderextremitäten machen leicht den Eindruck von willkürlichen Abwehrbewegungen des Tieres, sind aber, wie man sich sofort überzeugt, durch den Druck bedingt, den die Schere auf die Knochen und Muskeln ausübt. Das Herz liegt jetzt frei; ist der Herzbeutel noch erhalten, so faßt man ihn mit einer Pinzette und schneidet ihn auf. Abwechselnd folgt Zusammenziehung der beiden Vorkammern und Zusammenziehung der einen Kammer.

Will man das Herz aus dem Körper ausschneiden, so faßt man mit einer Pinzette die Gefäße, welche vom Herzen aus nach oben verlaufen, und zieht daran das Herz kräftig aus dem Körper hervor, darauf schneidet man möglichst tief nach unten die Verbindungen mit dem übrigen Körper durch. Das ausgeschnittene Herz setzt seine regelmäßigen Pulsationen noch lange fort. Man lege das ausgeschnittene Herz in ein Schälchen und setze dieses auf ein Stück Eis: sofort verlangsamen sich die Schläge des Herzens sehr stark. Erwärmt man das Herz wieder, indem man das Schälchen auf Wasser von 40° setzt (nicht wärmer, weil sonst das Herz schnell still steht), so nimmt die Frequenz der Herzschläge sehr bedeutend zu. Die Beschleunigung der Herztätigkeit im Fieber wird so durch die höhere Bluttemperatur bewirkt, doch spielen dabei auch noch andere Momente mit.

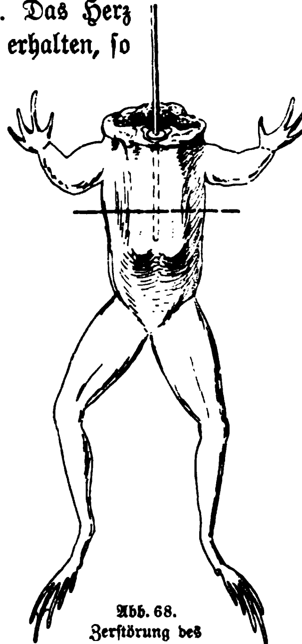


Abb. 68. Zerstörung des Rückenmarks des geköpften Frosches durch Einführen einer Nadel in den Wirbelkanal.



Abb. 69. Freilegen des Herzens beim getöteten Frosch. Die gestrichelte Linie deutet die Schnittführung an.

8. Bewegungen der Herzklappen.

Die Bewegungen der Herzklappen lassen sich leicht an einem vom Schlächter bezogenen Kalbsherzen demonstrieren. Um die Bewegungen der Atrioventrikularklappen (Zipfelklappen) zu zeigen, führt man durch die eröffnete Aorta (oder Pulmonalis) ein weites Glasrohr in den linken (bez. rechten) Ventrikel (eine Verletzung der Semilunarklappen am Anfang der großen Gefäße schadet hierbei nichts) und bindet das Glasrohr mit starkem Bindfaden in der Aorta (oder Pulmonalis) fest. Mit dem Glasrohr verbindet man durch einen Gummischlauch einen großen Trichter. Nun schneidet man den Vorhof auf der Seite, die man gewählt hat, auf und entfernt die Vorhofswandungen so weit, daß man den Übergang vom Vorhof in den Ventrikel deutlich übersehen kann. Gießt man jetzt Wasser in den Trichter und hebt ihn in die Höhe, so fließt das Wasser durch die Aorta (oder Pulmonalis) in den Ventrikel und schließt die Atrioventrikularklappen; man erkennt deutlich auf der rechten Seite die drei, auf der linken Seite die zwei Zipfel der Klappe. Senkt man den Trichter, so öffnet sich die Klappe wieder.

Um die Bewegungen der Semilunarklappen zu zeigen, bindet man bei einem anderen

Herzen in der Aorta ein Glasrohr fest, in der Weise, daß die Mündung des Rohres sich oberhalb der Semilunarklappen befindet. Mit dem Rohr wird wiederum ein großer Trichter durch einen Gummischlauch verbunden. Darauf eröffnet man den linken Ventrikel und schneidet so viel von der Muskulatur weg, daß man bequem in den Anfang der Aorta hineinsehen kann. Gießt man nun Wasser in den Trichter und hebt ihn in die Höhe, so bringt das einströmende Wasser die Semilunarklappen der Aorta zum Schluß; beim Sinken des Trichters öffnen sich die Klappen wieder. — Oberhalb der Semilunarklappen der Aorta entspringen die Koronararterien des Herzens, die die Herzmuskulatur ernähren. Bei dem letzten Versuch bringt natürlich das Wasser, wenn die Semilunarklappen sich geschlossen haben, in die Koronararterien ein, und da man die Muskulatur des Ventrikels überall durchschnitten hat, so spritzt das Wasser an vielen Stellen aus den durchschnittenen Arterien der Herzmuskulatur heraus. Es zeigt das sehr anschaulich die reichliche Blutversorgung der Herzmuskulatur durch die Koronararterien. — Man kann die beiden Herzpräparate dauernd gebrauchsfertig aufbewahren; am besten eignet sich hierzu eine 10%ige Lösung von Chloralhydrat.

9. Herzspitzenstoß. Herztöne. Puls.

Im linken fünften Zwischenrippenraume auswärts vom linken Rande des Brustbeins fühlt man mit der aufgelegten Hand den Herzstoß, besser Herzspitzenstoß, da die Erschütterung des Brustkorbs an dieser Stelle dadurch zustande kommt, daß bei jeder Herzbewegung die Spitze des Herzens erhoben und gegen die nachgiebigen Gewebe des Zwischenrippenraums angedrängt wird. Bei lebhafter Herzbewegung, so z. B. nach stärkerer Körperbewegung (Laufen, Turnen usw.) fühlt man den Herzspitzenstoß auch durch die Kleidung hindurch. Legt man an dieser Stelle das Ohr auf, so vernimmt man bei jedem Herzschlage zwei Herztöne. Der erste Herzton ist dumpf, langgezogen, der zweite heller, kürzer. Der erste Herzton ist in der Hauptsache ein sog. Muskelgeräusch, wie es auch bei anderen Muskeln zu hören ist, wenn sie in eine länger dauernde Kontraktion versetzt werden. Man hört ein derartiges Muskelgeräusch z. B., wenn man in einem geräuschfreien Raume die Kiefer fest aufeinander beißt, es rührt in diesem Falle von der Kontraktion der Kaumuskeln her. Steckt man den Daumen in den äußeren Gehörgang und ballt kräftig die Faust, so vernimmt man das Muskelgeräusch der Handmuskeln. Man achte darauf, daß diese Muskelgeräusche im Charakter durchaus dem ersten Herzton entsprechen. Allerdings wirkt bei der Entstehung des ersten Herztons auch noch die Spannung mit, in welche die Wandungen des Herzens und die Klappen beim Beginn der Herzkontraktion versetzt werden. — Der zweite Herzton ist ein Klappenton, er wird verursacht durch die plötzliche Anspannung der Semilunarklappen im Momente der Erschlaffung des Herzens.

Die Pulsbewegung fühlt man gewöhnlich an der Armspeichenarterie, Arteria radialis, an der Daumenseite des Unterarms, etwas oberhalb des Handgelenkes; zum Fühlen soll man nicht etwa den Daumen, sondern die Spitzen des Zeige- und Mittelfingers benützen. Natürlich kann man aber den Puls überall da fühlen, wo eine Schlagader oberflächlich genug unter der Haut verläuft, so z. B. im Bereich der Schläfe an der Schläfenarterie, Art. temporalis, zu beiden Seiten der Luftröhre an der Halsschlagader, Art. carotis, in der Schenkelbeuge an der Schenkelarterie, Art. femoralis usw.

10. Demonstration der Venenklappen.

An den sichtbaren Venen der Haut kann man leicht das Vorhandensein und die Bedeutung der Venenklappen demonstrieren. Man wählt dazu am besten eine gut sichtbare

Vene auf dem Rücken der Hand oder des Vorderarms; ev. kann man vorher durch Komprimieren des Oberarms das Blut etwas anstauen, um die Vene deutlicher hervortreten zu lassen. Mit dem Daumen der linken Hand drückt man die Vene an ihrem unteren Ende zusammen und streicht, während man dauernd das untere Ende komprimiert, mit dem Daumen der rechten Hand auf der Vene entlang nach oben. Das Stück der Vene zwischen der unteren verschlossenen Stelle und der nächsten Venenklappe ist jetzt völlig blutleer, da von unten wegen der Kompression mit dem Finger und von oben wegen des Verschlusses durch die Venenklappe kein Blut in das Gefäß eintreten kann. Das blutleere Stück erscheint als eine flache, eingesunkene Rinne und ist oben durch die Venenklappe deutlich von dem bluthaltigen Teil des Gefäßes getrennt. Nimmt man jetzt den Finger von dem unteren Ende der Vene weg, so sieht man, wie das Blut in das Gefäß hineinschießt und es bis zu der Klappe wieder füllt. — Es kann vorkommen, daß die Venenklappe nicht völlig schließt, alsdann gelingt natürlich der Versuch nicht, da durch die Klappe von oben her Blut in das untere Stück des Gefäßes gelangen kann.

Physiologie der Atmung.

11. Elastizität der Lunge.

Man bezieht vom Schlächter eine (unverletzte) Kalbslunge, am besten zugleich mit dem Herzen, um jede Verletzung zu vermeiden. In die Luftröhre bindet man ein weites Glasrohr mit anschließendem Gummirohr fest ein und pumpt nun mit einer gewöhnlichen Fahrradpumpe die Lunge auf: starke Ausdehnung des Lungengewebes. Nimmt man die Pumpe ab, so sinkt die Lunge wieder zusammen unter Entweichen der Luft. Bedeutung der Elastizität der Lunge für die Ausatmung.

12. Nachweis der CO_2 in der Ausatmungsluft.

Man verschließt zwei gleich große Erlenmeyerkolben mit doppelt durchbohrten Stopfen (Abb. 70). In die eine Durchbohrung kommt eine kurze, gleich unter dem Stopfen endende Glasröhre, in die andere eine lange, bis fast auf den Boden des Kolbens führende Glasröhre. Die oberen Enden der Röhren biegt man zweckmäßig etwas um. In beide Kolben kommt gleich viel frisch filtriertes, völlig klares Kalkwasser, so daß die langen Röhren in dieses eintauchen. An dem einen Kolben verbindet man das obere Ende der kurzen, an dem anderen Kolben das obere Ende der langen Glasröhre mit einem Gummischlauch. Man nimmt zunächst den Schlauch, der mit dem kurzen Glasrohr verbunden ist, in den Mund und atmet tief ein, die Einatmungsluft streicht dabei durch das lange Glasrohr und das Kalkwasser: keine oder nur ganz geringfügige Trübung des Kalkwassers wegen des sehr geringen CO_2-Gehaltes der atmosphärischen Luft (0,03%). Darauf atmet man durch den anderen Kolben aus, indem man nunmehr den mit dem langen Glasrohr verbundenen Gummischlauch in den Mund nimmt: starke Trübung des Kalkwassers infolge des hohen Gehaltes der Ausatmungsluft an CO_2 (4%). Die Trübung tritt besonders deutlich am Schluß der Ausatmung auf, wenn die aus den tieferen Teilen des Respirationsapparates stammenden Luftmengen, die natürlich besonders CO_2-reich sind, durch das Kalkwasser hindurchtreten.

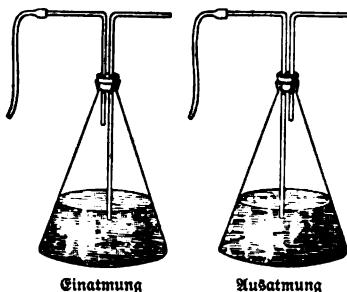


Abb. 70. Nachweis der CO_2 in der Ausatmungsluft.

13. Wasserdampfabgabe von Lunge und Haut.

Die Abgabe von Wasser durch die Atmung demonstriert man natürlich einfach in der Weise, daß man gegen eine kalte Glasscheibe ausatmet, die Glasscheibe bedeckt sich mit kondensiertem Wasserdampf. Aber auch die Wasserdampfabgabe von der Haut läßt sich sehr leicht sichtbar machen. Man verfertigt für ein Becherglas, das so groß ist, daß man bequem die Hand hineinstecken kann, einen Deckel aus Pappe, schneidet in die Mitte des Deckels eine Öffnung von dem Umfange des Unterarms am Handgelenk und schneidet schließlich den Deckel seitlich auf, so daß man die beiden Seiten auseinander biegen und so den Unterarm in die mittlere Öffnung hineinbringen kann. Das Becherglas wird gut gereinigt und sorgfältig getrocknet, so daß die Wände überall vollkommen blank sind. Man bringt nun die Hand in das Becherglas und verschließt die Öffnung mit dem Pappdeckel; es ist dabei durchaus nicht erforderlich, daß etwa der Verschluß besonders dicht ist. Schon nach wenigen Minuten beschlagen die Wände des Glases mit Wasser, das von der Haut der Hand abgegeben worden ist.

14. Tätigkeit des Atemzentrums. Apnoetische Pausen.

Die regelmäßige Tätigkeit der Atemmuskeln wird veranlaßt vom Atemzentrum in dem verlängerten Mark (Medulla oblongata), indem von hier aus in regelmäßigem Wechsel die Antriebe zu der rhythmischen Tätigkeit der Atemmuskeln diesen zugeleitet werden. Die Tätigkeit des Atemzentrums hängt in sehr hohem Maße ab von dem Gasgehalte des Blutes. Solange das Blut den normalen Gehalt an Sauerstoff und Kohlensäure hat, befindet sich das Atemzentrum in einer mittleren Tätigkeit, die in der gewöhnlichen Atmung zum Ausdruck kommt. Ändert sich dagegen der Gasgehalt des Blutes in der Weise, daß der Gehalt an Sauerstoff abnimmt, der Gehalt an Kohlensäure dagegen steigt, so nimmt die Tätigkeit des Atemzentrums zu: es erfolgen sehr viel schnellere und tiefere Atemzüge als in der Norm. So ist es der Fall bei jeder Behinderung der Atmung, die ja stets zu einer Abnahme des Sauerstoffgehaltes und Zunahme des Kohlensäuregehaltes führen muß. Wird dagegen der Sauerstoffgehalt des Blutes über die Norm erhöht, der Kohlensäuregehalt vermindert, so sinkt die Tätigkeit des Atemzentrums: die Atemzüge sind verlangsamt und flach, ja die Atmung kann sogar eine Zeitlang zum Stillstand kommen (apnoetische Pause), bis durch die fortlaufenden Verbrennungen im Körper der normale Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Blutes wiederhergestellt ist. Man kann einen derartigen Zustand leicht herbeiführen, wenn man willkürlich die Atmung beschleunigt und vertieft und dadurch den Sauerstoffgehalt des Blutes über die Norm, den Kohlensäuregehalt unter die Norm bringt. Bei gewöhnlicher Atmung halte man plötzlich die Atmung willkürlich an und beobachte, wie lange man die Atmung auszusetzen vermag. Alsdann warte man eine Zeitlang, bis die Atmungstätigkeit wieder völlig zur Norm zurückgekehrt ist, und mache nun willkürlich eine möglichst lange Reihe von sehr tiefen, möglichst schnell aufeinander folgenden Atemzügen. Es ist allerdings erforderlich, daß man diese forcierte Atemtätigkeit so lange fortsetzt, als man es vermag, ohne unangenehme Symptome zu verspüren. Hört man dann mit der forcierten Atemtätigkeit auf, so vergeht eine auffallend lange Zeit, in der überhaupt kein Verlangen nach Atmung auftritt, man kann die Atmung viel länger als zuvor anhalten und zwar, ohne dazu eine größere Kraftanstrengung zu gebrauchen. Durch die forcierte Atemtätigkeit ist der Sauerstoffgehalt des Blutes erhöht, der Kohlensäuregehalt erniedrigt worden, die Tätigkeit des Atemzentrums setzt daher so lange aus, bis durch die fortgesetzten Verbrennungsvorgänge im Körper der Gasgehalt wieder auf die Norm zurückgebracht ist: erst in diesem Moment beginnt das Atemzentrum wieder seine normale Tätigkeit

Physiologie der Verdauung.

15. Nachweis der Einwirkung des Speichels auf Stärke.

Das Ferment des Speichels (Ptyalin) wandelt Stärke in Zucker um. Man kann sowohl das Verschwinden der Stärke wie das Auftreten des Zuckers leicht demonstrieren. Man versetzt dünnen Stärkekleister (der bei der Zubereitung gut durchgekocht sein muß; Ptyalin wirkt nur auf gekochte Stärke!) mit einigen Tropfen Jodjodkalium-Lösung (freies Jod in wässeriger Jodkaliumlösung gelöst): intensive Blaufärbung (typische Stärkereaktion). Man verdünnt darauf sehr stark mit Wasser (durchaus notwendig, da sonst der Versuch mißlingt), bis die Flüssigkeit nur noch hellblau gefärbt erscheint, und gibt davon gleiche Mengen in zwei Reagenzgläser. Zu dem einen Reagenzglase fügt man etwas Speichel (am besten am Tage vorher gesammelt, da dann die Wirksamkeit größer zu sein scheint), zu dem anderen die gleiche Menge Wasser und schwenkt um. Die Farbe der mit Speichel versetzten Probe wird sofort heller und verschwindet nach einiger Zeit vollständig, ev. nach Erwärmen auf Körpertemperatur: die Stärke ist durch den Speichel gespalten worden.

Um das Auftreten des Zuckers nachzuweisen, versetzt man in einem zweiten Versuche in einem Reagenzglase dünnen Stärkekleister (hierbei nicht zu stark verdünnen) mit etwas Speichel und läßt ihn bei Körpertemperatur (in Wasser von ungefähr 40°) mindestens 5 Minuten unter häufigem Umschwenken stehen. Darauf setzt man Natronlauge und (nur wenige Tropfen) Kupfersulfatlösung hinzu und erhitzt zum Sieden: Reduktion des blauen Kupferoxydhydrates zu gelbem Kupferoxydulhydrat oder rotem Kupferoxydul (Trommersche Zuckerreaktion). Man kann zur Kontrolle zeigen, daß Stärke die Trommersche Reaktion nicht gibt.

16. Nachweis der Einwirkung des Magensaftes auf Eiweiß.

Zum Nachweis der Verdauung des Eiweißes durch das Pepsin und die Salzsäure des Magensaftes verwendet man am besten frisches, gut ausgewaschenes Fibrin (vgl. Versuch Nr. 1), das in Wasser ganz unlöslich ist, in verdünnter Salzsäure nur quillt, ohne sich zu lösen, in Pepsinsalzsäure dagegen glatt gelöst wird. Man macht drei Ansätze in kleinen Bechergläsern; in das eine Glas kommt Wasser, in das zweite dieselbe Menge 0,5%ige Salzsäure (hergestellt durch Verdünnen von 10 ccm offizineller Salzsäure auf 500 ccm), in das dritte dieselbe Menge Pepsinsalzsäure (hergestellt durch Auflösung von 0,5 bis 1,0 g käuflichen Pepsins in 500 ccm der obigen 0,5%igen Salzsäure). Man gibt in jedes Glas ungefähr gleich viel zerzupftes Fibrin und stellt die Ansätze in Wasser von ungefähr 40°. Nach einer halben bis ganzen Stunde ist das Fibrin in der Pepsinsalzsäure gelöst, in der Salzsäure glasig gequollen, aber nicht gelöst, in dem Wasser ganz unverändert. Man kann die (meist nicht ganz klare) Lösung des Fibrins in Pepsinsalzsäure abfiltrieren und mit dem Filtrat die Reaktion auf Pepton machen: auf Zusatz von Natronlauge und wenigen Tropfen sehr stark verdünnter Kupfersulfatlösung rote bis violette Färbung (Biuret-Reaktion).

17. Künstlicher Magensaft aus Schweinemagen. Zerstörung des Pepsins durch Kochen.

Man bezieht vom Schlächter einen Schweinemagen, schneidet ihn an der Seite auf und reinigt die Innenseite unter der Wasserleitung. Darauf nagelt man den Magen mit der Außenseite auf ein Brett und präpariert mit Schere und Pinzette die innere Schleimhaut von der darunter liegenden Muskelhaut ab. Es gelingt das sehr leicht, da die Schleimhaut nur durch sehr lockeres Bindegewebe mit der Muskelhaut verbunden ist. Die abpräparierte Schleimhaut zerschneidet man in möglichst kleine Stücke und zerreibt diese schließlich noch in

einer Reibeschale, zweckmäßig unter Zusatz von einigen Glasscherben, da die weiche Schleimhaut dem Zerreiben großen Widerstand entgegensetzt. Man übergießt den Brei mit 1 l 0,5%iger Salzsäure (hergestellt durch Verdünnen von 20 ccm offizineller Salzsäure auf 1 l Wasser) und läßt etwa einen Tag stehn. Man gießt die Flüssigkeit ab und verwendet sie entweder ohne weiteres oder, nachdem man sie durch Filtrieren geklärt hat. Man kann damit denselben Verdauungsversuch anstellen wie mit der aus käuflichem Pepsin hergestellten Pepsinsalzsäure (vgl. Versuch Nr. 16); man sieht also, daß das Pepsin in der Schleimhaut des Magens gebildet wird.

Das Pepsin wird — wie alle Fermente — durch Kochen zerstört. Man erhitzt Pepsinsalzsäure (vgl. Versuch Nr. 16) oder künstlichen aus Schweinemagen hergestellten Magensaft zum Sieden und läßt etwa 5 Minuten lang kochen. Nach dem Erkalten setzt man Fibrin hinzu: es zeigt sich nur das glasige Aufquellen des Fibrins (Wirkung der Salzsäure), aber keine Lösung.

18. Emulsionierung des Fettes.

Das Fett wird im Darmkanal unter der Einwirkung der alkalischen Verdauungssäfte (Darmsaft, Pankreassaft, Galle) in eine Emulsion verwandelt, d. h. in Form mikroskopisch kleiner Tröpfchen in der wässerigen Flüssigkeit verteilt. Dadurch wird die Oberfläche des Fettes außerordentlich vergrößert und so erst die Einwirkung der Fermente auf das Fett ermöglicht. Die Emulsionierung des Fettes in alkalischer Lösung kann man leicht demonstrieren. Man gibt in zwei Reagenzgläser gleiche Mengen (etwa 1 bis 2 ccm) Olivenöl und etwa 10 ccm Wasser. Schüttelt man die Gläser kräftig um, so verteilt sich das Fett in Form größerer Tropfen in dem Wasser, die beim Stehenlassen sehr bald wieder nach oben steigen. Jetzt fügt man zu einem der beiden Gläser einige Tropfen Natriumkarbonatlösung und schüttelt wieder um: unter der Einwirkung der alkalischen Flüssigkeit zerstiebt das Fett sofort in mikroskopisch kleine Tröpfchen, die beim Stehenlassen erst sehr viel langsamer nach oben steigen.

Physiologie der Ernährung.

19. Härte des Wassers.

Ein Wasser, welches reich an Kalk- (und Magnesia-)Salzen ist, wird als „hart" bezeichnet, ein kalkarmes Wasser als „weich". Ein hoher Kalkgehalt macht das Wasser nicht etwa gesundheitsschädlich, aber doch weniger geeignet zu manchen Zwecken des täglichen Gebrauchs. So ist z. B. ein hartes Wasser nicht geeignet zum Waschen der Wäsche, da die Seife durch den Kalk als unlösliche Kalkverbindung ausgefällt wird, manche Speisen lassen sich mit hartem Wasser nicht zubereiten usw. Destilliertes Wasser und Regenwasser sind natürlich weiche Wässer, Brunnenwasser ist meist ziemlich reich an Kalk, Wasserleitungswasser hat meist einen niedrigen oder doch nur mittleren Kalkgehalt. Um diese Unterschiede nachzuweisen, versetzt man verschiedene Wässer (destilliertes, Regen-, Brunnen-, Leitungswasser) zunächst mit etwas Salzsäure, dann mit Ammoniak bis zum deutlichen Geruch, schließlich mit oxalsaurem Ammonium: der Kalk wird als unlöslicher oxalsaurer Kalk ausgefällt. Nimmt man von den verschiedenen Wässern sowie von den Reagenzien jedesmal dieselben Mengen, so zeigt die verschiedene Stärke des entstehenden Niederschlags ohne weiteres die Unterschiede im Kalkgehalt an.

20. Trennung der Milch in ihre einzelnen Bestandteile.

400 ccm ungekochte Milch werden mit 1 l Wasser verdünnt und mit Essigsäure tropfenweise versetzt, bis eine grobflockige Gerinnung des Kaseins eintritt. Ein Überschuß von Essigsäure ist dabei zu vermeiden, da er die Ausscheidung des Kaseins stört. Man setzt zweck-

mäßig immer etwa 5 Tropfen hinzu, rührt vorsichtig (nicht stark rühren!) um und wartet einen Augenblick, ob die Gerinnung eintritt. Ist dies noch nicht der Fall, so fährt man in derselben Weise weiter fort, bis das ausgeschiedene Kasein in großen Flocken ausfällt und sich gut absetzt. Man läßt absetzen und gießt die Flüssigkeit (die Molke) durch ein Koliertuch ab, nachher kann man sie, um sie noch weiter zu klären, noch durch Papier filtrieren. — Derselbe Vorgang spielt sich ab, wenn Milch einige Zeit stehenbleibt und dabei dick wird. Es entwickeln sich in der Milch Milchsäurebakterien, welche den Milchzucker in Milchsäure umwandeln; ist genügend Milchsäure entstanden, so fällt das Kasein aus.

Das ausgeschiedene Coagulum besteht aus dem Kasein und dem Fett der Milch, das Fett wird bei dem Ausfällen des Kaseins mechanisch mitgerissen. Um das Kasein und das Fett zu trennen, muß der Niederschlag zunächst entwässert werden. Zu diesem Zweck verreibt man das Coagulum in einer Reibeschale mehrmals mit Alkohol, der das Wasser aufnimmt, und filtriert den Alkohol ab. Das entwässerte Coagulum bringt man in eine Flasche, übergießt es mit Äther, verschließt die Flasche mit einem Stopfen und läßt 24 Stunden stehen, alsdann filtriert man den Äther ab und verreibt den Rückstand in einer Reibeschale, bis er nicht mehr nach Äther riecht: es bleibt das entfettete Kasein als feines weißes Pulver zurück. Den abfiltrierten Äther läßt man durch Stehen an einem vor Feuer geschützten Orte verdunsten: es bleibt das Butterfett der Milch zurück. Die Molke enthält noch das Laktalbumin, den Milchzucker und die Salze der Milch. Erhitzt man die Molke zum Sieden, so scheidet sich das Laktalbumin in Flocken aus. Man filtriert und weist den Milchzucker entweder in dem Filtrat durch die gewöhnlichen Zuckerproben (Trommersche Reaktion, vgl. Versuch Nr. 15) nach oder kann ihn durch Eindampfen des Filtrates in Form eines sirupösen Rückstandes erhalten.

21. Labgerinnung der Milch.

Die Milch gerinnt im Magen infolge der Säure (Salzsäure) des Magensaftes (vgl. die Fällung des Kaseins durch Essigsäure, Versuch Nr. 20); außerdem enthält der Magensaft aber noch ein besonderes Ferment, das die Milch auch bei neutraler Reaktion zum Gerinnen bringt: das Labferment. Im Handel kann man Labpulver und Labessenz, welche labende Wirkung ausüben, kaufen, sie werden technisch aus Kälbermagen gewonnen. Solche Labpräparate werden bei der Käsebereitung benutzt, um süße Milch zur Gerinnung zu bringen. Um die Labwirkung zu zeigen, erwärmt man 100 bis 200 ccm Milch auf etwa 40 Grad und setzt 5 bis 10 ccm Lablösung hinzu, die man durch Auflösen von 0,1 g käuflichen Labpulvers in 100 ccm Wasser herstellt. Man rührt vorsichtig um und läßt ruhig stehn, bis die Labwirkung eingetreten ist. Das Coagulum, aus Kasein und Fett bestehend, trennt sich allmählich von der übrigbleibenden Flüssigkeit, der süßen Molke, die man abgießt und filtriert. Beim Erhitzen gibt die Molke eine reichliche Fällung von Laktalbumin, filtriert man davon ab, so kann man im Filtrat mit den üblichen Zuckerreaktionen Milchzucker nachweisen (vgl. Versuch Nr. 20).

22. Hefegärung.

Durch die Hefe wird der Traubenzucker in Alkohol und Kohlensäure gespalten: $C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_6O$. Dieser Prozeß wird praktisch verwertet einmal bei der Herstellung der alkoholischen Getränke, sodann aber auch bei der Herstellung des Brotes und anderen Backwerks; die entstehende Kohlensäure dient hierbei zur Lockerung des Teiges, sie entweicht, ebenso wie der Alkohol nachher bei dem Backen. Um die Vorgänge bei der Gärung zu demonstrieren, benutzt man am besten Traubenzucker; allerdings gärt auch unser gewöhnlicher Speisezucker (Rohrzucker), aber langsamer als Traubenzucker, da er zunächst erst durch ein in der

Hefe enthaltenes Ferment (Invertin) in seine beiden Komponenten: Trauben- und Fruchtzucker zerlegt werden muß, die nachher jeder der Einwirkung der Hefe unterliegen. Man gibt etwa 500 ccm ungefähr 5%iger Traubenzuckerlösung in einen Erlenmeyerkolben, der davon fast völlig angefüllt wird, und setzt dazu etwa 10 g Hefe (vom Bäcker zu beziehen), die man zuvor mit Wasser zu einem gleichmäßigen Brei angerieben hat. Man verschließt den Kolben mit einem zweimal gebogenen Glasrohre und stellt den Kolben in ein Becherglas mit Wasser, das man durch eine kleine Gasflamme auf einer Temperatur zwischen 30 und 40 Grad erhält. Das andere Ende der Glasröhre taucht in eine pneumatische Wanne, als die jede Porzellanschale dienen kann, darüber bringt man in bekannter Weise ein beliebiges, zunächst mit Wasser gefülltes Gefäß zum Auffangen der Kohlensäure. Die Gärung beginnt sehr bald und dauert mehrere Stunden an; man gewinnt reichlich so viel Kohlensäure, um die bekannten Versuche zum Nachweise der Kohlensäure auszuführen (Verlöschen eines eingetauchten Lichtes, Übergießen der Kohlensäure aus einem Gefäß in ein anderes, Trübung von Kalkwasser).


Abb. 71.
Abziehen der Haut von den Hinterschenkeln des Frosches.

Physiologie des Nervensystems.

23. Elektrische Reizung eines Nervmuskelpräparates vom Frosche (Galvanis Versuch).

Man tötet einen Frosch in der bei Versuch Nr. 7 beschriebenen Weise. Nachdem man den Kopf abgeschnitten und das Rückenmark zerstört hat, nimmt man die Hinterbeine in die linke Hand, sticht mit der rechten Hand das spitze Blatt einer Schere unter die Mitte der Wirbelsäule und trennt dann das herunterhängende Vorderstück, welches man für den Versuch nicht weiter braucht, ohne besondere Vorsicht mit einigen Scherenschlägen von dem hinteren Stück ab, welches nunmehr aus den Hinterbeinen, dem Becken und einem Stückchen Wirbelsäule besteht. Es ist darauf zu achten, daß man bei der Durchtrennung der Wirbelsäule nicht etwa zwischen Wirbelsäule und Becken durchschneidet, also die ganze Wirbelsäule vom Becken trennt; es soll vielmehr die Wirbelsäule selbst in der Mitte durchschnitten werden, so daß das untere Ende derselben mit dem Becken in Verbindung bleibt. In Abb. 68 deutet die gestrichelte Linie die Stelle an, an der man den Vorderkörper vom Hinterkörper trennen soll. Man ergreift jetzt mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand dieses untere Wirbelsäulenende, mit denselben Fingern der anderen Hand die Haut der Hinterbeine an ihrem oberem Rande und zieht mit einem kräftigen Zug die nur locker an der Muskulatur befestigte Haut von den Hinterschenkeln ab (Abb. 71). Die enthäuteten Schenkel legt man auf die Rückseite und säubert jetzt mit Pinzette und Schere das Becken von den noch an ihm zurückgebliebenen Teilen (Stücke der Bauchmuskulatur, Nieren, Darm usw.). Ist dies geschehen, so sieht man ohne weiteres auf der Innenfläche des Beckens jederseits ein Bündel von 3—4 weißen Nervenfasern von der Wirbelsäule zu den Schenkeln herunterziehen (Abb. 72). Man kann schon jetzt zur elektrischen Reizung der Nerven schreiten. Man nimmt zwei kleine Streifen

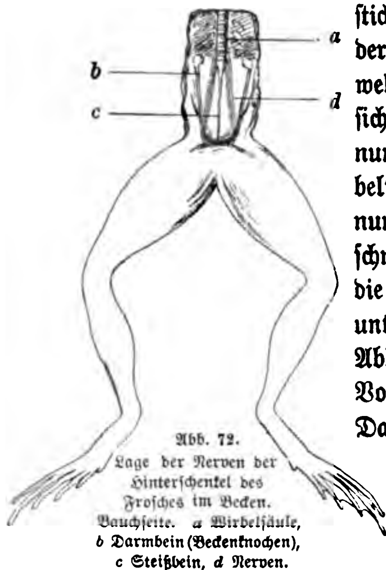
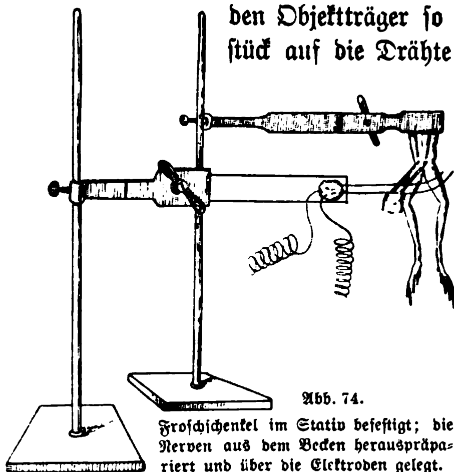


Abb. 72.
Lage der Nerven der Hinterschenkel des Frosches im Becken. Bauchseite. *a* Wirbelsäule, *b* Darmbein (Beckenknochen), *c* Steißbein, *d* Nerven.

von blank gefeiltem Zink- und Kupferblech, berührt die Nerven mit den unteren Enden der beiden Metalle und bringt sodann die oberen Enden derselben in gegenseitige Berührung: jedesmal beim Schließen und Öffnen erfolgen Zuckungen in der zugehörigen Muskulatur.

Zweckmäßiger ist es, die Nerven noch von der Muskulatur des Beckens abzupräparieren. Man legt zu diesem Zweck zunächst das Präparat auf die Bauchseite mit der Rückenseite nach oben (Abb. 73), ergreift mit einer Pinzette den mitten zwischen den beiden Beckenknochen gelegenen langen stabförmigen Knochen (das Steißbein) an seinem unteren Ende und schneidet ihn aus, indem man mit der Schere immer hart am Knochen die Muskulatur von unten nach oben zu durchtrennt; zum Schluß schneidet man das Steißbein oben an seiner Verbindung mit der Wirbelsäule quer ab. Eine Verletzung der Nerven ist hierbei natürlich zu vermeiden; sie ist ausgeschlossen, wenn man sich mit der Schere immer hart am Steißbein hält. Man wendet jetzt das Präparat wieder auf die Rückseite, faßt mit der Pinzette das Wirbelsäulenstück und schneidet es nach außen von den Nerven in seiner Verbindung mit den Beckenknochen ab, so daß die Nerven mit dem Wirbelsäulenstück in Verbindung bleiben. In Abb. 73 gibt die punktierte Linie die Schnittführung an. Man kann jetzt mit dem Wirbelsäulenstück die Nerven aus dem Becken herausheben, man präpariert sie frei bis zu der Stelle, wo sie in die Oberschenkelmuskulatur übertreten. Das Wirbelsäulenstück dient fernerhin immer als Handhabe für die Nerven, die man selbst nicht mit der Hand oder der Pinzette berühren darf. Man klemmt jetzt die stehengebliebenen Beckenknochen in eine Klemme und hängt so das Präparat frei an einem Stativ auf (Abb. 74). Die Nerven breitet man über ein Paar Elektroden, die man folgendermaßen verfertigt. Auf dem unteren Ende eines mikroskopischen Objektträgers befestigt man mit Siegellack die blank geschabten Enden zweier nicht zu dicker Leitungsdrähte, so daß sie sich untereinander nicht berühren, und befestigt den Objektträger so am Stativ, daß man die Nerven mit dem Wirbelsäulenstück auf die Drähte legen kann; sie müssen auf den Drähten gut aufliegen. Die freien Enden der beiden Drähte wickelt man um ein blankes Zink- und Kupferstück; bringt man jetzt Zink und Kupfer mit der Hand aneinander, so treten jedesmal lebhafte Zuckungen der Schenkel ein. Die Zuckungen sind jetzt viel umfangreicher, weil die Schenkel frei in der Luft hängen und nicht durch das Festkleben auf der Unterlage an den Bewegungen gehindert werden.


Abb. 73.
Becken und Schenkel des Frosches von der Rückseite.


Abb. 74.
Froschschenkel im Stativ befestigt; die Nerven aus dem Becken herauspräpariert und über die Elektroden gelegt.

Verbindet man die freien Enden der Drähte statt mit Zink und Kupfer mit den beiden Polen der sekundären Spirale eines Induktionsapparates, so erfolgen beim Schließen und Öffnen des primären Kreises jedesmal Zuckungen auch bei weiter Entfernung der sekundären Spirale von der primären. (Die Reizung beim Öffnen ist wirksamer als die Reizung beim Schließen; entfernt man die sekundäre Spirale ziemlich weit von der primären, so treten daher nur beim Öffnen des primären Kreises Bewegungen der Muskulatur auf.) Läßt man den primären Kreis durch einen Unterbrecher (Wagnerschen Hammer) schnell hintereinander schließen und öffnen, so erhält man eine krampfhafte Dauerkontraktion der gesamten Schenkelmuskulatur (Tetanus).

Die Reizung sensibler Nerven durch elektrische Ströme zeigt man, indem man zwei etwas angefeuchtete Finger einer Hand auf je eine Polschraube der sekundären Spirale des Induktionsapparates setzt und den primären Kreis schließt und öffnet. Auch hierbei erweisen sich die Öffnungsinduktionsströme wirksamer als die Schließungsinduktionsströme: entfernt man die sekundäre Spirale genügend weit von der primären, so entsteht nur bei der Öffnung des primären Stroms ein fühlbarer Schlag. Diese größere physiologische Wirksamkeit der Öffnungsinduktionsströme ist durch ihren schnelleren Verlauf bedingt.

24. Nachweis elektrischer Ströme mittelst des Nervmuskelpräparates vom Frosch.

Ein Nervmuskelpräparat vom Frosch wie in Versuch 23 kann man in vielfacher Weise als stromprüfendes Werkzeug benützen. Man probiert zunächst eine Stellung der sekundären Spirale aus, bei der soeben Schließung und Öffnung des primären Kreises deutliche Zuckungen zur Folge hat. Jetzt zieht man die sekundäre Spirale vom Schlitten herunter und stellt sie auf dieselbe Stelle, aber quer, so daß die Windungen der sekundären Spirale senkrecht zur Richtung der Windungen der primären Spirale verlaufen; beim Schließen und Öffnen des primären Kreises erfolgt jetzt keine Induktion, was sich am Ausbleiben der Zuckungen sofort erkennen läßt.

Man schiebt in die sekundäre Spirale einen Magnetstab und zieht ihn schnell heraus: die Magneto-Induktion ist an den Zuckungen ohne weiteres erkennbar.

Man verbindet die Drähte des Präparates mit einem Telephon und spricht laut gegen die Platte: die im Telephon erzeugten Stromschwankungen lösen lebhafte Zuckungen aus. Entsprechende Anordnung am Mikrophon usw.

Physiologie des Auges.

25. Bau des Auges.

Man kann die innere Einrichtung des Auges sehr bequem an Rindsaugen demonstrieren, die man vom Schlächter bezieht. Man entfernt das Fettgewebe und die Muskulatur und sieht ohne weiteres an der hinteren Fläche die exzentrische Eintrittsstelle des dicken Sehnerven. Man schneidet den Augapfel etwa am Äquator durch; der Glaskörper fließt aus. An dem hinteren Abschnitt sieht man die drei Häute des Auges, die man leicht voneinander trennen kann, an dem vorderen Abschnitt die Hornhaut (infolge des Todes des Tieres getrübt), die Iris, den Ziliarkörper, die Linse. Man kann die Linse herauslösen und ihren optischen Effekt zeigen, indem man Druckschrift durch sie betrachten läßt.

26. Darstellung der Brechungsverhältnisse des Auges.

Die brechenden Medien des Auges bilden ein brechendes System von ungefähr 20 mm Brennweite, entsprechend einer Brechkraft von fast 50 Dioptrien. Um die Brechungsverhältnisse des Auges zu demonstrieren, muß man natürlich der Raumverhältnisse wegen ein System von viel geringerer Brechkraft zugrunde legen, man wählt zweckmäßig eine Sammellinse von 4 Dioptrien. Als Objekt benutzt man die Gestalt eines Pfeiles, die man in eine Blech- oder Papptafel einschneidet, der Ausschnitt wird mit durchsichtigem Papier überklebt und möglichst intensiv beleuchtet (Sonnenlicht, Projektionslampe, ev. mehrere Glühlampen oder eine andere passende Lichtquelle). Das Bild fängt man in einem verdunkelten Raume auf einem Schirm von Pappe, einer mattgeschliffenen Glastafel oder einer ähnlichen Fläche auf. Zuerst stellt man den Pfeil möglichst entfernt von der Sammellinse auf, den Schirm

25 cm hinter der Linse: es entsteht ein scharfes umgekehrtes, verkleinertes Bild auf dem Schirm, der die Netzhaut darstellt. Nun nähert man das Objekt der Linse, das Bild wird immer undeutlicher, weil der Vereinigungspunkt der von einem Punkte des Objektes ausgehenden Lichtstrahlen nicht mehr auf die Netzhaut, sondern hinter sie fällt. Man zeigt dies, indem man den Schirm nach hinten verschiebt, bis das Bild wieder scharf wird. Hat man das Objekt bis auf 1 m genähert, so muß man den Schirm 33 cm hinter der Linse aufstellen, um ein scharfes Bild zu erhalten. Im Auge ist eine Verschiebung der Netzhaut nach hinten natürlich nicht möglich, die Einstellung auf die Nähe erfolgt hier so, daß die Linse dicker, d. h. stärker brechend wird (Akkommodation). Man stellt den Schirm wieder wie im Anfang 25 cm hinter der Linse auf und bewirkt, daß das zunächst unscharfe Bild scharf wird, indem man eine Sammellinse von 1 Dioptrie zu der bisher gebrauchten Linse hinzufügt. Man beachte die verschiedene Größe der Bilder desselben Gegenstandes, wenn er sich in verschiedenen Entfernungen vom Auge befindet (scheinbare Größe, Sehwinkel; Beurteilung der Größe auf Grund der Schätzung der Entfernung).

27. Darstellung der Brechungsverhältnisse bei den Akkommodationsanomalien des Auges.

1. Kurzsichtigkeit (Myopie). Das kurzsichtige Auge ist ein zu lang gebautes Auge, seine Netzhaut liegt weiter nach hinten als die Netzhaut des normalen Auges. Um die Brechungsverhältnisse hierbei zu demonstrieren, setzt man den Schirm weiter als 25 cm hinter die Linse, also etwa in eine Entfernung von 33 cm. Steht jetzt das Objekt in weiter Entfernung von der Linse, so entsteht natürlich kein scharfes Bild, da ja der Vereinigungspunkt der von einem Punkte des Objektes ausgehenden Lichtstrahlen nicht auf dem Schirm, sondern vor ihm gelegen ist. Rückt man das Objekt jetzt näher an die Linse heran, so fällt das Bild weiter nach hinten, und wenn man schließlich mit dem Objekte bis auf 1 m an die Linse herangekommen ist, so erscheint das Bild auf dem Schirm wieder scharf: der Kurzsichtige kann erst von einer gewissen Entfernung vor dem Auge an deutlich sehen. Für das Sehen in die Ferne ist die Brechungskraft seines Auges zu groß, sie kann auf den erforderlichen Betrag herabgesetzt werden, indem man eine Zerstreuungslinse vor das Auge setzt. Bringt man das Objekt wieder in weite Entfernung, während der Schirm nach wie vor 33 cm hinter der Linse steht, so wird das zunächst unscharfe Bild scharf, sobald man eine Konkavlinse von 1 Dioptrie vor die Sammellinse setzt.

2. Übersichtigkeit (Hyperopie). Das übersichtige Auge ist ein zu kurz gebautes Auge, seine Netzhaut liegt weiter nach vorn als die Netzhaut des normalen Auges. Zur Demonstration setzt man den Schirm näher als 25 cm an die Linse heran, beispielsweise in eine Entfernung von 20 cm hinter dieselbe. Befindet sich das Objekt in weiter Entfernung, so entsteht kein scharfes Bild auf dem Schirm, weil der Vereinigungspunkt der von einem Punkte des Objekts ausgehenden Strahlen jetzt erst hinter dem Schirme liegt. Der Übersichtige kann diesem Übelstande selbst dadurch abhelfen, daß er seine Akkommodation in Tätigkeit treten läßt, besser aber geschieht dies durch eine Sammellinse. Fügt man zu der Sammellinse von 4 Dioptrien noch eine zweite von 1 Dioptrie, so erscheint jetzt das Bild auf dem Schirme wieder scharf.

28. Demonstration des umgekehrten Bildes auf der Netzhaut.

Man schneidet bei einem Rindsauge, nachdem man es von Fett und Muskulatur befreit hat, am hinteren Augenpol, auswärts von der Eintrittsstelle des Sehnerven ein Loch von etwa 1 cm Durchmesser in die Sklera. Da diese sehr dick und widerstandsfähig ist, braucht



Abb. 75. Nachweis des blinden Flecks im Auge durch den Mariotteschen Versuch.

man dazu eine starke, scharfe Schere. Hat man die Sklera herausgeschnitten, so sieht man die schwarze Chorioidea, die man ebenfalls vorsichtig mit Pinzette und feiner, spitzer Schere entfernt, so daß die graue Retina noch über dem Glaskörper erhalten bleibt. Sollte die Retina dabei dennoch etwas einreißen, so schadet das meistens auch nichts. Man richtet nun das Auge auf einen möglichst lichtstarken (da ja die Cornea getrübt ist) Gegenstand, z. B. ein brennendes Licht, und sieht auf der Retina das umgekehrte Bildchen. Meist wölbt beim Anfassen und Emporheben des Auges der Glaskörper die Retina stark nach hinten vor, die Retina liegt also weiter nach hinten als normal, man muß daher den Gegenstand ziemlich nahe an das Auge heranbringen, damit das Bild auf der Retina scharf wird. Eine zweckmäßige Anordnung ist es auch, das Auge gegen eine helle Wolke am Himmel zu richten und nunmehr die gespreizten Finger in der richtigen Entfernung vor dem Auge hin und her zu bewegen: man sieht an dem bewegten Objekt besonders deutlich die Umkehr des Bildes.

29. Blinder Fleck im Auge.

Die Eintrittsstelle des Sehnerven auf der Netzhaut besitzt keine Stäbchen und Zapfen, sie ist daher der Lichtempfindung nicht fähig. Diese Stelle liegt etwas nach innen vom hinteren Pol des Auges. An der Fovea centralis am hinteren Augenpol ist die Stelle des schärfsten Sehens; wenn wir einen Gegenstand scharf ins Auge fassen, ihn fixieren, stellen wir das Auge unwillkürlich so ein, daß das Bild des Gegenstandes auf diese Stelle des schärfsten Sehens fällt. Von dem Vorhandensein des blinden Flecks überzeugt man sich durch den Mariotteschen Versuch. Man schließt das linke Auge und fixiert auf Abb. 75 mit dem rechten Auge das Kreuz, indem man die Zeichnung etwa 50 cm entfernt vor dem Auge hält, so daß das Kreuz nach links, der Kreis nach rechts gerichtet ist. Man erblickt jetzt, während man das Kreuz fixiert, zugleich auch den Kreis. Das Bild des Kreises fällt, wie Abb. 76, I zeigt, jetzt nach außen vom blinden Fleck auf lichtempfindliche Teile der Netzhaut. Nun nähert man die Zeichnung allmählich dem Auge, während man dauernd das Kreuz fixiert; in einer bestimmten Entfernung vom Auge (etwa 25 cm) fängt der Kreis an zu verschwinden, bis er schließlich überhaupt nicht mehr wahrgenommen wird, die ganze Fläche erscheint dann gleichmäßig schwarz. Wie Abb. 76, II zeigt, fällt jetzt das Bild des Kreises gerade auf den blinden Fleck. Nähert man die Zeichnung noch mehr dem Auge, so erscheint der Kreis wieder, erst nur der eine Rand, dann bei weiterer Annäherung der ganze Kreis. Wie Abb. 76, III zeigt, fällt nunmehr das Bild des Kreises nach innen vom blinden Fleck wieder auf lichtempfindliche Teile der Netzhaut.

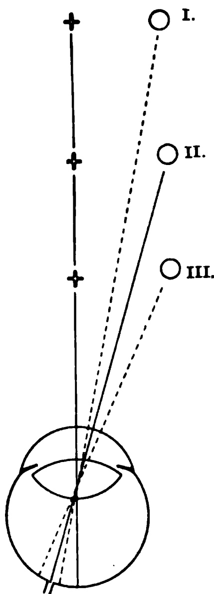


Abb. 76. Zum Mariotteschen Versuch über den blinden Fleck.

Man sieht leicht ein, daß bei weiterer Entfernung der Zeichnung vom Auge der Bezirk, dessen Bild im Auge auf den blinden Fleck fällt, immer größer wird. Man zeichne auf die Wandtafel mit Kreide ein Kreuz (links) und einen Kreis (rechts), aber in einer Entfernung von etwa 1 m voneinander. Fixiert man wieder bei geschlossenem linken Auge mit dem rechten Auge das Kreuz, so muß man sich jetzt etwa 3—4 m von der Tafel entfernen, bis der Kreis verschwindet. Man kann aber jetzt den Kreis bedeutend größer machen, sein Bild fällt im Auge dennoch ganz in den Bereich des blinden Flecks und wird daher nicht gesehen. In dieser Entfernung würde sogar das Bild eines menschlichen Antlitzes ganz in den Bereich des blinden Flecks fallen, also nicht gesehen werden. — Daß das Vorhandensein einer nicht lichtempfindlichen Stelle auf unserer Netzhaut uns so wenig stört, erklärt sich vor allem dadurch, daß wir gewöhnlich auf die Eindrücke, welche die peripheren Teile unserer Netzhaut treffen, wenig achten, vielmehr unsere ganze Aufmerksamkeit auf die Stelle des schärfsten Sehens richten. Wollen wir etwas genau sehen, so fixieren wir es, d. h. wir richten unser Auge so, daß das Bild des Gegenstandes auf die Stelle des schärfsten Sehens fällt. Man muß daher auch bei dem Mariotteschen Versuch besondere Anstrengung darauf verwenden, um dauernd das Kreuz zu fixieren; sobald der Kreis verschwindet, haben wir sogleich das Bestreben, das Auge von dem Kreuz weg nach dem Kreise hin zu richten: in diesem Augenblick erscheint natürlich der Kreis wieder im Gesichtsfeld.

30. Verengerung und Erweiterung der Pupille.

Die Iris (Regenbogenhaut) reguliert die Beleuchtung des Auges, indem sie sich bei Lichteinfall verengt, bei Beschattung erweitert. Man betrachte in einem mäßig verdunkelten Zimmer in einem Spiegel die Weite der eigenen Pupille, sie wird von mittlerer Weite sein. Nunmehr wirft man, am besten mit einer elektrischen Taschenlampe, von vorn und seitlich Licht in das Auge: man sieht im Spiegel, wie die Iris sich zusammenzieht und die Pupille sich deutlich verengt.

Die Bewegungen der Iris erfolgen auch dann, wenn das andere Auge belichtet oder beschattet wird, die Übertragung des Reizes auf beide Augen erfolgt auf nervösem Wege durch Vermittelung des Zentralnervensystems. Man betrachtet in einem vom Tageslicht erleuchteten Zimmer bei einem anderen die Weite der Pupille des einen, z. B. des linken Auges, während das andere, in diesem Falle also das rechte, zunächst geöffnet ist. Man verdeckt nun plötzlich mit der Hand das rechte Auge der Versuchsperson, sofort erweitert sich hierauf die Pupille des linken Auges, entfernt man die Hand, so tritt wieder Verengerung ein.

31. Die Gefäßschattenfigur.

Die lichtempfindliche Schicht der Stäbchen und Zapfen ist nicht etwa die innerste, dem einfallenden Lichte zugewandte Schicht der Netzhaut, sie liegt vielmehr am weitesten nach außen, an die Chorioidea grenzend. Das Licht muß also, ehe es auf die Schicht der Stäbchen und Zapfen fällt, die anderen Schichten der Netzhaut passieren. In diesen inneren Schichten der Netzhaut verlaufen nun die Blutgefäße der Netzhaut, die infolge ihrer Undurchsichtigkeit beim Durchgange des Lichtes einen Schatten auf die Netzhaut werfen müssen. Wenn wir gleichwohl für gewöhnlich die Gefäße der Netzhaut in unserem Gesichtsfelde nicht sehen, so liegt das offenbar daran, daß diejenigen Stäbchen und Zapfen, die dauernd von diesen Schatten getroffen werden, sich daran gewöhnt haben und daher nicht mehr darauf reagieren. Läßt man aber Licht nicht wie unter gewöhnlichen Verhältnissen von vorn, sondern von der Seite in das Auge fallen, so werden nunmehr andere Stellen der Netzhaut von den

Schatten getroffen, und das Bild kommt zur Wahrnehmung. Man blickt zu diesem Zweck in einem verfinsterten Raume, während man das eine Auge geschlossen hält, mit dem anderen Auge geradeaus und bewegt jetzt seitlich von diesem Auge eine Kerze auf und ab. Es ist zweckmäßig, das Licht dauernd zu bewegen, damit immer wieder andere Stellen der Netzhaut von dem Schatten getroffen werden. Man sieht die Gefäße meist nicht sofort, sondern muß erst einige Zeit die beste Stellung des Lichtes und des Auges zueinander ausprobieren. Mit einem Male erscheint dann das Bild: ein sehr fein verteiltes Gefäßnetz, dunkel auf hellerem Grunde. Man darf sich durch einen anfänglichen Mißerfolg nicht abschrecken lassen, hat man die prächtige Erscheinung erst einmal gesehen, so findet man sie sehr leicht wieder.

Hydrobiologische Sammelmethoden.

Von Dr. phil. E. Wagler, Assistent am Zoologischen Institut der Universität Leipzig.

Mit dem Aufschwung, den das Studium der Biologie der Süßwasserorganismen in den letzten Jahrzehnten genommen hat, ist auch die Zahl der Apparate und Instrumente und der Methoden, mit denen der Hydrobiologe jetzt zu arbeiten gewohnt ist, sehr gewachsen. Während vor nicht langer Zeit noch die einzigen Geräte zur Erbeutung der Lebewesen unserer Gewässer das Planktonnetz und der Ketscher waren, die neben den nötigen Gläsern und Konservierungsflüssigkeiten bequem auf jeder Exkursion mitgeführt werden konnten, gebieten die modernen biologischen Stationen über komplizierte Apparaturen, die nur verwendet werden können, wenn am Gewässer selbst Arbeits- und Unterkunftsräume als Operationsbasis zur Verfügung stehen. Solange wir nur faunistische Studien treiben wollen, d. h. solange wir nur die Zusammensetzung der Fauna und Flora eines Sees kennen lernen wollen, kommen wir mit wenigem aus. Wollen wir hingegen die vertikale Verbreitung oder die Menge der Organismen, die sich in einem bestimmten Quantum Wasser befinden, oder die Art und Weise, wie sich die Planktonten im Jahreslaufe gegenseitig ablösen, kennen lernen, d. h. also, wollen wir quantitativ arbeiten, dann sind mehr Instrumente erforderlich. Da für uns zunächst wohl nur das erstere in Frage kommt, sollen hier nur die gebräuchlichsten, einfachsten Geräte beschrieben werden, die leicht zu beschaffen oder selbst herzustellen sind, und die den Vorzug relativer Billigkeit haben.

Man unterscheidet an einem Gewässer drei verschiedene Regionen: 1. das Ufer (Litoral), 2. das freie Wasser (Limnetikum) und 3. den Grund (Benthos). Jede dieser Regionen bietet ihren Bewohnern besondere Lebensbedingungen, und diesen wieder sind unsere Methoden angepaßt, die wir zum Fang der Organismen verwenden.

Wenn wir am Ufer eines Sees entlang gehen, dann können wir schon ohne jedes Netz eine Menge von Tieren aufnehmen. Viele sind ja leicht zu sehen, wie Schnecken, Muscheln und größere Wasserinsekten, andere wissen jedoch sich den Augen eines unaufmerksamen Beobachters zu entziehen. Wir müssen deshalb die im flachen Wasser liegenden Steine umdrehen und absuchen. Unter ihnen halten sich Würmer, Flohkrebse und Insektenlarven auf. Wir reißen Schilfstengel heraus und untersuchen abgefallene Äste und Blätter der Bäume des Ufers, ob nicht Schwämme, Polypen und Kolonien von Moostierchen sich auf ihnen angesiedelt haben. Vielleicht sitzen auch in den Stengeln der Wasserpflanzen selbst Eier und Larven von Wasserinsekten (Wanzen, Käfern, Trichopteren). Jede Pflanzenart, die in größeren Beständen die Ufer umsäumt, sollte man absuchen, die Blätter der Teichrosen, die *Chara*-Wiesen und *Elodea*-Rasen, die *Carex*- und *Scirpus*-Bestände und die Binsenwälder. Was nicht mit der Hand erreichbar ist, das zieht man mit einem Stock heran, falls kein Fahrzeug zu haben ist, oder mit einem sog. Wurfhaken, einem kleinen dreiarmigen Anker, der an einer Schnur befestigt zwischen die Pflanzen geworfen und mit diesen wieder ans Ufer gezogen wird. Alte Baumstümpfe, die im Wasser stehen, Pfähle und Planken von Badehäusern, Anlegestellen und Laufstegen müssen eingehend auf ansitzende Tiere untersucht und mit dem Pfahlschaber, d. i. ein



Abb. 77. Ketscher.

an einem Stock befestigter Becher, der einen geschärften Rand besitzt, behandelt werden. An diesen Pfählen nämlich sammeln sich mit der Zeit Kolonien von Algen und festsitzenden Diatomeen an, die ihrerseits wieder Wohnort und Weide für allerlei kleines Getier abgeben.

Vielfach ist es auch ratsam, am Ufer auszuharren und eine bestimmte Stelle des flachen Wassers längere Zeit im Auge zu behalten. Man sieht dann vielleicht, wie plötzlich ein Blatt am Boden des Gewässers Leben bekommt, oder daß ein kleines Äststückchen langsam davongleitet, oder daß auf Sandboden verklebte Sandkörnchen sich fortbewegen. Bei näherem Zusehen entdecken wir die Täuschung und erkennen Insektenlarven (Trichopteren: *Glyphotaelius*, *Anabolia*, *Molanna*, *Goërä*), die in Gehäusen aus dem betreffenden Material stecken, oder ausgebildete Insekten (Wanzen: *Ranatra*, *Corixa*), die in ihrer Körperform selbst leblose Gegenstände nachahmen.

Um uns der Tiere, die im Wasser sich zwischen den Pflanzen tummeln, zu bemächtigen, greifen wir zum Stocknetz oder Ketscher. Es ist dies ein Schmetterlingsnetz, nur viel kleiner. Mit diesem Netze fahren wir zwischen den Schilfstengeln hindurch, streifen die Wasserpflanzen ab und ziehen es dicht über dem Grunde hin. Es ist zweckentsprechend, die Öffnung des Netzes nicht kreisrund zu nehmen, sondern länglich. Stocknetze sind bei den angegebenen Firmen erhältlich, sind aber auch leicht herzustellen. Man läßt sich einen starken Eisendraht vom Schlosser biegen und läßt in die zusammengeschweißten Enden ein Gewinde schneiden, das in eine Messingzwinge paßt (s. Abb. 77). An diesen Reif wird der Netzbeutel genäht. Der konische Beutel selbst besteht aus einem festen, engmaschigen Gewebe, Leinwand, Nesseltuch oder Stramin, oder er wird aus Seidengaze verfertigt und mit Hilfe eines Leinwandstreifens am Ringe befestigt. Die Seidengaze, auch Müllergaze genannt, weil sie in Mühlen zum Auffangen und Trennen des Mehls technisch Verwendung findet, ist ein eigentümliches Gewebe, das sich durch große Regelmäßigkeit und Gleichheit der Maschen auszeichnet. Abb. 78 ist ein Mikrophotogramm eines Stücks solcher Gaze. Sie wird in verschiedenen Stärken dargestellt, Nr. 00 bis 25. Die feinste Gaze Nr. 25 enthält etwa 4000—6000 Maschen auf einem Quadratzentimeter. Nr. 18 etwa hält noch alle tierischen Planktonten, die wir überhaupt mit einem Planktonnetz erbeuten können, zurück. Die dichtesten Sorten bleiben vorbehalten für den Fang des Phytoplanktons (pflanzliches Plankton).

Der Netzbeutel ist entweder blind geschlossen, oder er trägt am Ende einen kleinen Eimer, wie wir es später bei den Planktonnetzen beschreiben werden.

Das Netz wird also an einem Stock angeschraubt. Praktisch ist es, den Spazierstock mit einer entsprechenden Zwinge zu versehen. An Gewässern mit breiter Uferzone genügt natürlich der Spazierstock nicht mehr, dann muß man sich schon mit einer



Fig. 78. „Müllergaze" bei starker Vergrößerung.

langen Stange (Bambus!) bewaffnen oder mit einem „Ausziehstock". Dieser besteht aus teleskopartig ineinanderpassenden Metallröhren, die auf 3—4 m ausgezogen werden können und ineinandergeschoben nur 1/2 m lang sind, also bequem auf Exkursionen mitzuführen ist. Bei der Firma Hugershoff kostet solch ein Stock je nach der Größe 12—20 *M.*

Der litorale Fang ist durch Detritus, Pflanzenteile, Ästchen usw. immer mehr oder weniger verunreinigt. Wir säubern ihn deshalb zunächst von den größeren Stücken, wenden dann den Beutel um und spülen den Inhalt in eine weithalsige Flasche. Eventuell kann man zuhause den Fang durch Anwendung von Planktonsieben weiter reinigen. Der Fang, der zum größten Teil aus Mückenlarven, Hydrachniden und Krebschen besteht, wird entweder lebend mit nach Hause genommen oder sofort abgetötet.

Nehmen wir nun an, an dem Gewässer, das wir untersuchen wollen, stände uns ein Fahrzeug zur Verfügung. Zu jeder eingehenderen Untersuchung ist ein gutes Boot das erste und unbedingte Erfordernis. Ja für große Wasserflächen sind sogar Segel- oder Motorboote unerläßlich.

Vom Boote aus wird zunächst die Untersuchung des Litorals fortgesetzt in der gleichen Weise, wie wir es vom Ufer aus getan haben. Denn, wie eine Scheidung der litoralen Tiere nach einzelnen Pflanzenbeständen sich konstatieren läßt, so bevorzugen manche Organismen die tieferen, dem freien Wasser zugekehrten Stellen der Uferregion, andere hingegen die Landseite. Die ersteren sind Tiere, die teilweise noch festsitzen, wie Bryozoen und Hydrozoen (*Hydra, Cordylophora*), teilweise aber auch ein halbpelagisches Leben führen, wie viele Daphniden, und so das Bindeglied zwischen den Ufertieren und den Planktonorganismen, die dauernd im Wasser „schweben", darstellen.



Abb. 79. Qualitatives Planktonnetz.

Um diese letzteren zu erbeuten, müssen wir möglichst weit vom Ufer abrudern. Wir arbeiten zunächst mit dem Planktonnetz. Es ist dies in seiner ursprünglichsten Ausführung ein konischer Sack aus Seidengaze, der am oberen Ende durch einen eingenähten Messingring offengehalten wird. Die Spitze des Netzes trägt ein kleines Gefäß. An dem Reif sind mehrere Schnuren befestigt, die in einem Ring vereinigt sind. An diesen wieder ist eine Leine geknüpft (Abb. 79).

Die Anwendung des Netzes ist sehr einfach: man zieht es eine Strecke durch das Wasser. Beim Herausnehmen läuft alles Wasser bis auf eine geringe Menge im Gefäß ab, und in diesen wenigen Kubikzentimetern sammeln sich eingeengt die Planktonten, die man nun in die Konservierungsgläser geben kann.

Um das Entleeren des Eimers möglichst einfach zu gestalten, sind verschiedene Formen konstruiert worden. Einige sind in Abb. 80 wiedergegeben. Zunächst wird der Eimer selbst nicht fest mit dem Netz verbunden, sondern nur mittelbar mit Hilfe eines Ringes und Bajonettverschlusses. Der Boden wird entweder von einem Gazeblättchen gebildet oder er besteht aus Metall oder endlich er trägt einen Hahn.



Abb. 80.
Verschiedene Typen von Gefäßen für Planktonnetze. *a)* Der Boden des Eimers wird durch ein Stückchen Seidengaze gebildet. *b)* Eimer mit gewölbtem Metallboden und Hahn. Zeigt gleichzeitig die Verbindung des Eimers mit dem Netzbeutel mittels Bajonettverschlusses. *c)* Eimer mit flachem Metallboden und Quetschhahn.

Planktonnetze können von den unten angeführten Firmen fertig bezogen werden.[1]) Die Preise stellen sich für ein kleines Netz von etwa 10 cm Öffnung und 20 cm Länge auf 6—8 *M*, während ein Netz von 15 cm Öffnung und 50 cm Länge ungefähr 20 *M* kostet. Naturgemäß richtet sich der Preis hauptsächlich nach der Größe des Seidenbeutels und nach der Feinheit der Gaze. Wesentlich billiger kommen wir weg, wenn wir uns die Netze selbst anfertigen. Ein äußerst brauchbares, schon recht großes Netz hat eine Öffnung von etwa 15 cm und eine Gazelänge von etwa 50 cm. Wir beziehen zunächst[2]) ½ m Seidengaze 102 cm breit. Aus diesem Stück erhalten wir, wenn wir in der in Abb. 81 angegebenen Weise zuschneiden, drei Netze, zwei größere von etwa 17 cm Öffnung und ein kleineres aus den Resten. An jedes Teilstück werden dann Streifen Leinwand von etwa 10 cm Breite angenäht und deren Seiten dem Verlauf des Gazerandes entsprechend verschnitten. Jetzt werden die beiden Teile aufeinander gelegt und miteinander durch Leinenbandeinfassung verbunden. Die Nähte werden am besten umgeschlagen und noch einmal genäht. Nun schlägt man den oberen Rand auf einige Zentimeter um und mißt den Umfang, nach dem die Größe des Ringes bemessen wird. Ring und Eimer werden von einem Mechaniker oder Schlosser anzufertigen sein. Der Reifen wird dann eingenäht; über den Eimer oder den Ring, der ihn trägt, nähen wir jedoch zuerst ein Ende Band und binden ihn nur mit dünnem Bindfaden im Netzzipfel ein. In unserem Fall würde der Ring etwa einen Durchmesser von 17 cm haben, während der Eimer einen Durchmesser von 5 und eine Länge von 7 cm haben würde. Es fehlen nun noch die Tragschnüre, die am besten aus drei einzelnen Fäden geflochten werden und nicht durch Knoten, sondern Ummicklung zu befestigen sind.

Das Planktonnetz ist also ein Filtrierapparat, der alles das fängt, was in die Netzöffnung gerät und nicht durch die Maschen entweichen kann. Damit ist gesagt, daß wir, um uns später das Aussuchen zu erleichtern, die Stärke der filtrierenden Gaze dem gewünsch-

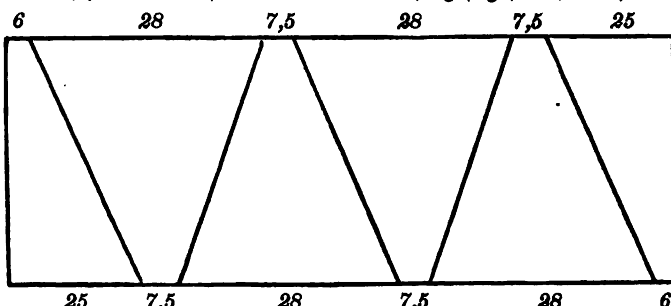


Abb. 81. Schema für das Zuschneiden von Müllergaze für Planktonnetze.

1) Franz Hugershoff, Leipzig, Karolinenstraße. Ad. Zwickert, Kiel. M. Wondrusch, Prag, Gerstengasse 4.

2) Louis Walcker, Berlin SW 48, Friedrichstraße 14. Kählitz & Lübcke, Leipzig-Gohlis, Tauchaer Weg 32.

ten Material anzupassen haben: Wer Krustazeen fangen will, braucht nur 14er Gaze zu verwenden, Rotatorien, selbst die kleinsten, können durch 18er Gaze nicht mehr entkommen, Phytoplankton erfordert Nr. 25.

Was die Methode des Fischens anbelangt, so sind zweierlei Fangweisen möglich: Man zieht entweder das Netz hinter dem Fahrzeug her, führt also Horizontalfänge aus, wobei die Tiefe eventuell durch angehängte Gewichte regulierbar ist, oder — in tieferen Gewässern — man versenkt das Netz in eine bestimmte Tiefe und zieht es an die Oberfläche, führt also einen Vertikalfang aus.


Abb. 82. Ventil eines quantitativen Netzes nach Hensen.

Hierzu muß nun etwas bemerkt werden, wogegen vom Anfänger viel gesündigt wird. Die Dichte der Gaze bedingt eine geringe Filtrationsgeschwindigkeit. Deshalb muß man beim Fangen die Geschwindigkeit so groß wählen, daß alles Wasser, das durch die Mündung ins Netz gerät, filtriert wird. Andernfalls wird entweder ein Teil der Organismen durch den Rückstau wieder herausgetrieben, oder aber das Netz gerät in Gefahr zu zerreißen. Jedes Fahrzeug fährt unter allen Umständen auch bei groben Gazen zu schnell, selbst ein Ruderboot wird bei kleineren Netzen, die wir auf Binnenseen anwenden, nur mit langsamen Riemenschlägen fortzubewegen sein. Die richtige Geschwindigkeit wird man bald herausfinden: Bei Horizontalfängen darf das Netz weder tiefer einsinken noch an die Oberfläche kommen.

Diesem geringen Filtrationsvermögen, das überdies während des Gebrauchs der Netze[1]) durch Verstopfen der Maschen weiter abnimmt, muß bei der Konstruktion Rechnung getragen werden Das Verhältnis der Gazefläche zur Mündung muß so gewählt werden, daß das eindringende Wasser filtriert werden kann. Leider entsprechen viele der käuflichen Netze dieser Forderung nicht.

Aus dem gleichen Grunde, zur Vermeidung von Verlusten und Erhöhung der Leistungsfähigkeit sind verschiedene Neukonstruktionen oder Verbesserungen erdacht worden. So setzte z. B. Prof. Hensen, ein bekannter Kieler Biologe, seinen quantitativen Netzen eine konische Kappe, die den Rückschwall verhindern soll, auf (Abb. 82). Andererseits suchte man die filtrierende Gazefläche zu vergrößern. Aus der Zahl dieser Spezialnetze einzelner Stationen seien drei herausgegriffen. So sind z. B. kugelförmige Netze mit verhältnismäßig kleiner Öffnung konstruiert worden. Der Eimer ist mit dem Zugring durch eine Schnur fest verbunden, so daß das Netz im Wasser durch den Druck aufgebläht wird. Der Wasserdruck wird auf die gesamte kugelige Gazefläche gleichmäßig verteilt.

Ein anderes Netz, das für die feinsten Gazen (25er) sehr zu empfehlen ist, ist das „Zeppelin"-Netz, das an der biologischen Station in Hirschberg in Böhmen in Gebrauch ist (Abb. 83). Bei einer Öffnung von 10 cm hat es eine Gazelänge von 100 cm. Das Fangresultat ist besonders bei der feinsten Gaze dem mit dem gewöhnlichen Netze gleicher Öffnung erzielten außerordentlich überlegen.

Diesem Netze schließt sich eine Konstruktion an, die für große Fahrtgeschwindigkeit und ursprünglich für marine Untersuchungen berechnet ist: die Planktonröhre (Abb. 84). Das ganze Netz steckt in einer Metallhülse, die nur eine kleine Öffnung freiläßt. Im Innern ist die filtrierende Gazefläche, die aber nicht einfach zylindrisch, sondern mehrfach gefaltet ist.

Wie in der Uferregion die Organismen verschiedene Bestände bevorzugen, so sind auch

1) Um die Haltbarkeit der Netze zu erhöhen und um das Verstopfen der Netzmaschen nach Möglichkeit hintanzuhalten, ist es dringend erforderlich, die Netze nach dem Gebrauch in reinem Wasser (Leitungswasser) gründlich auszuspülen.



Abb. 83.
„Zeppelin"-Netz nach Dr. Langhans, Hirschberg i. B.

die Planktontiere und -pflanzen vor allem in größeren Seen nicht gleichmäßig über die ganze Wasserfläche verteilt. Es ist deshalb nötig, daß wir außer Oberflächen- auch Tiefenfänge ausführen, und daß wir vor allem außer in der Mitte auch in den Uferbuchten Plankton fischen.

Ein großer Nachteil ist es, wie schon erwähnt, wenn wir nicht vom Boot aus arbeiten können. Aber auch dann noch kann man sich zur Not helfen. Wie entferntere Pflanzen vom Ufer aus mit dem Wurfhaken herangezogen wurden, so kann auch unser Planktonnetz, das zu diesem Zweck an einer langen, dünnen Leine befestigt wird, als Wurfnetz verwendet werden. Man wirft es, möglichst mit dem Wind und so weit man kann, in flachem Bogen in das freie Wasser und zieht es wieder ans Ufer. An kleinen Gewässern kann man sicher sein, alle pelagischen Bewohner zu erhalten, an größeren bleibt es freilich immer nur ein Notbehelf, selbst wenn es einem glückt, das Netz nach einiger Übung 30—35 m auszuwerfen.

Zahlreiche Tiere leben in unseren Seen und Teichen schließlich auch auf dem Boden, teils suchen sie in den obersten Schlammschichten ihre Nahrung, teils schwimmen sie dicht über dem Boden hin, ohne sich jemals weit von ihm zu entfernen. Ein Netz, das diese Tiere in größerer Anzahl fangen soll, muß also über dem Boden hingleiten können, wenn er steinig oder sandig ist, oder ihn sogar aufwirbeln, wenn er feinschlammig ist. Diesen Zweck sollen die verschiedenen Grundnetze oder Dredgen erfüllen.

Die ursprünglichste Art der Dredge war ein schwerer, dreieckiger Eisenrahmen, an dem ein Netzbeutel hing. Um diesen Rahmen auf schlammigem Boden nicht allzusehr einsinken zu lassen, versah man ihn mit schräggestellten Brettern. War hingegen das Aufwirbeln des Schlammes erwünscht, dann wurden Zähne im Rahmen eingelassen, nach Art eines Rechens. Neuerdings sind mehrere Apparate beschrieben worden, die viele Mängel beseitigen, die der einfachen Dredge anhaften. In Abb. 85 ist eine der Neukonstruktionen abgebildet. Zwei dreieckige Rahmen sind durch Längsstäbe miteinander verbunden. Der vordere von ihnen trägt die Zugstangen, die sich in einem kleinen Ring vereinigen. Der Netzbeutel besteht im vorderen Teil aus starker Leinwand und wird am vorderen Rahmen mit Hilfe von Ösen und Schnürbändern, am hinteren jedoch nur mit drei Bändern in den Ecken festgebunden. Der hintere, konische Teil der Dredge ist Seidengaze. Den Abschluß bildet entweder wieder ein Gefäß, oder der Beutel wird einfach mit einer Schnur abgebunden.

Diese Dredge wird nun vom Boot aus ins Schlepp genommen. Es muß jedoch eins betont werden: Dredgen ist ein Kunststück, das gelernt sein will. Denn bald taucht die Dredge zu tief in den Schlamm ein, bald schwimmt sie über dem Boden, ohne ihn zu berühren. Vorschriften und Winke lassen sich schwer geben; man muß es selbst erlernen. Nur auf eins sei noch hingewiesen, mehr noch als bei Planktonnetzen muß man bei der Dredge darauf bedacht sein, die Gazestärke möglichst grob zu nehmen. 4er-Gaze wird in den meisten

Fällen genügen. Je feiner das Netz ist, desto mehr Schlamm sammelt sich in ihm an und desto schwieriger gestaltet sich schließlich das Auswaschen des Fanges. Dies nimmt man so vor: Man bringt den Fang auf ein der angewendeten Gazestärke entsprechendes Sieb und schüttelt dieses so lange im Wasser, bis aller Schlamm verschwunden ist und die Tiere mit größeren Verunreinigungen (Steine, Ästchen usw.) zurückgeblieben sind. Der Fang wird dann vom Sieb gespült und konserviert.



Abb. 84 Apsteins Planktonröhre. (Nach Apstein.)

Das Ergebnis der Dredgefänge ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit. So sind z. B. große rote Mückenlarven (*Chironomus*) charakteristisch für Schlammboden tiefer Seen. Sehr vorteilhaft ist es auch, in den mit submersen Pflanzen bestandenen Uferregionen zu dredgen. Die Ausbeute an Kladozeren, Hydrachniden, Ostrakoden und vor allem an Insekten und deren Larvenstadien ist hier sehr groß.

In vielen Fällen genügt nun auch das Netz, trotz seiner mannigfaltigen Gestalt und Verwendungsmöglichkeit nicht. Wir hörten, daß die feinste Müllergaze etwa 6000 Maschen pro Quadratzentimeter aufweist. Selbst dieses enorm feine Filter genügt nicht, alle Organismen aus dem Wasser herauszuseihen. Gewiß, man wußte längst, daß z. B. Bakterien kleiner sind als die Maschen, glaubte aber, die planktonischen Lebewesen dieser Größenordnung seien in so geringer Anzahl vorhanden, daß man sie vernachlässigen konnte. Erst die letzten Jahre haben uns eines besseren belehrt. Man griff dann zu Beuteln aus weichgegerbtem Hirschleder, das sich durch besonders feine Poren auszeichnet, und schließlich sogar zu den gehärteten Berkefeld-Filtern, die längst angewandt wurden, um Trinkwasser seines Bakteriengehaltes zu berauben, und ließ durch diese geschöpftes oder gepumptes Wasser filtrieren. Diese Methoden kamen jedoch nie recht in Anwendung. Erstens gingen nämlich auch dann noch Organismen verloren, zweitens erhielt man beim Abspülen wieder eine verhältnismäßig große Wassermenge und drittens litten die winzigen Tiere und Pflanzen bei dem Verfahren infolge ihrer Zartheit sehr. Prof. Lohmann in Kiel kam daher auf den



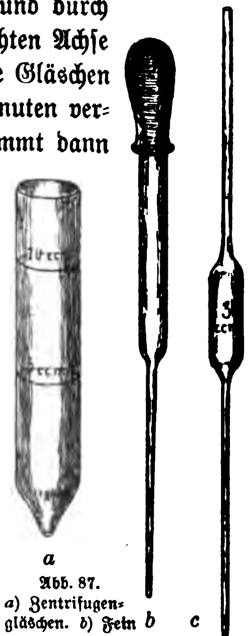
Abb. 85. Sven Ekmanns „Doppelrahmige Netzdredge".



Abb. 86. Planktonzentrifugen.
a) Für den Handbetrieb. *b*) Turbine. Antrieb durch die Wasserleitung.

Gedanken, diese kleinsten Lebewesen, das Zwergplankton, „Nannoplankton“, wie er es nannte, durch Auszentrifugieren zu gewinnen. Diesem Verfahren kommt dabei ein Umstand zu Hilfe, der vorher nicht genügend beachtet worden war, die große Individuendichte. Schon wenige Kubikzentimeter Wasser enthalten tausende dieser kleinsten Lebewesen. Im allgemeinen genügen in Seen 10 ccm, in kleinen Teichen dagegen schon 5 ccm Wasser, die man durch Schöpfen oder Pumpen gewinnt, um selbst die seltensten Arten in großer Anzahl zu erhalten. Die Lebewesen, die wir zum Zentrifugenplankton zu rechnen haben, sind Diatomeen, Blau- und Grünalgen samt ihren Schwärmsporen, Bakterien und vor allem die Flagellaten.

Die Zentrifugen, die sich für unsere Zwecke eignen, sind in zwei verschiedenen Formen in Abb. 86 abgebildet. Die erste ist für den Handbetrieb eingerichtet, die zweite ist eine kleine Turbine, die mit einem Schlauch an die Wasserleitung angeschlossen und durch den Wasserdruck getrieben werden kann. Beide tragen auf der senkrechten Achse einen Aufsatz mit zwei oder vier Gläsern von 10 ccm Inhalt. Diese Gläschen sind zweckmäßig spitz ausgezogen, wie Abb. 87*a* zeigt. In etwa 10 Minuten vermag man alle Lebewesen aus dem Wasser zu sedimentieren. Man nimmt dann die Gläser aus den Hülsen und gießt das Wasser aus. Dabei wird in dem zugespitzten Ende stets ein Wassertropfen festgehalten und in diesem findet sich alles das eingeengt, was im Wasser suspendiert war. Mit einer fein ausgezogenen Pipette (Abb. 87*b*) saugt man den Tropfen ab, bringt ihn auf den Objektträger und kann danach bei starker Vergrößerung unter dem Mikroskop mit dem Durchmustern beginnen.



a *b* *c*

Abb. 87.
a) Zentrifugengläschen. *b*) Fein ausgezogene Pipette zum Entnehmen des Nannoplanktons aus den Zentrifugengläsern. *c*) Vollpipette zum Abmessen und Abtrennen eines bestimmten Teiles eines quantitativen Planktonfanges.

Durch die bisher beschriebenen Methoden erfahren wir also, welche Organismen in einem Gewässer leben. Wenn wir diese Untersuchungen genügend lange fortsetzen, werden wir vielleicht nach Jahren ein vollständiges Verzeichnis aller vorkommenden Arten aufstellen können. Zweitens vermögen wir aber auch, wenn wir in regelmäßigen Intervallen beobachtet haben, etwas anderes, Wichtigeres festzustellen: die Periodizität des Gewässers, d. h. in welcher Weise die einzelnen Lebewesen, aus denen die Lebensgemeinschaft des Sees sich zusammensetzt, sich gegenseitig ablösen und verdrängen. Wir können feststellen, zu welcher Zeit ein Tier im Plankton auftritt, wann es seine größte Häufigkeit erreicht und wann es wieder verschwindet. Oder aber wir beobachten beim Durchmustern solcher „Serienfänge“, daß gewisse Kladozeren und Dia-

tomeen im Jahreslaufe Formveränderungen erleiden, die so groß sind, daß wir ohne die Zwischenformen die Extreme als besonderen Arten angehörig betrachtet hätten.

Ebenso wichtig ist für uns heutzutage noch eine andere Frage, die Frage nach der Menge der Organismen, der Quantität, die in einem bestimmten Volumen Wasser während der verschiedenen Jahreszeiten und in den verschiedenen Tiefen eines Sees vorhanden sind. Es ist nämlich festgestellt worden, einmal daß im Winter unsere Seen planktonärmer sind als im Sommer, ferner daß das Plankton in $1/2$ m Tiefe eine andere Zusammensetzung hat als in 10 m, und daß dieser Unterschied tagsüber anders ist als in der Nacht infolge von Wanderungen der Planktonten. So kommen z. B. die Daphniden abends an die Oberfläche und suchen am Tage tiefere Schichten auf. Man fängt deshalb am Tage am besten je nach der Größe und Tiefe des Sees ein bis mehrere Meter unter, nachts an der Oberfläche!

Zur Lösung dieser Fragen sind zwei Wege eingeschlagen worden. Den quantitativen Fang überließ man eine bestimmte Zeit sich selbst zum Absetzen und berechnete dann das abgesetzte Volumen in Kubikzentimetern. Davon ist man ganz abgekommen. Jetzt wird ein kleiner, genau gemessener Teil des Materials abgetrennt, und in diesem Teil werden alle darin enthaltenen Tiere und Pflanzen ausgezählt. Das Abtrennen geschieht mit einer Pipette (vgl. Abb. 87*c*). Natürlich muß man vorher den Fang auf ein bestimmtes Volumen bringen, damit man die gewonnenen Zahlen auf den ganzen Fang bemessen kann. Da die Planktonorganismen ihrer verschiedenen Sinkgeschwindigkeit entsprechend sich nicht gleichmäßig im Glase absetzen, müssen die Fänge gut umgeschüttelt werden, bevor man einen Teil zum Auszählen wegnimmt.

Das quantitative Material suchte man zunächst auch wieder mit Netzen zu gewinnen. Wenn an einem Hensennetz (Abb. 82) der Mündungsquerschnitt genau bekannt ist, dann berechnet sich die durchfischte Wassermenge als Säule, deren Grundfläche die Mündung und deren Höhe die durchzogene Strecke im Wasser ist. Mit Hilfe einfacher Rechnungen konnte also der ausgezählte Teil des Fanges leicht auf die ganze Wassersäule berechnet werden.

Sollte jetzt die vertikale Verbreitung einzelner Planktozoen bestimmt werden, so waren verschiedene Fangmethoden möglich. Erstens konnte man in verschiedenen Tiefen Horizontalfänge ausführen. Der gleiche Zweck wird aber auch zweitens durch vertikale „Stufen"fänge erreicht, d. h. man entnimmt nacheinander Proben von 100—0 m, 90—0 m, 80—0 m usf. Aus der Differenz der Fänge ergibt sich dann die vertikale Verbreitung.

Die exaktesten Resultate sind jedoch mit den Schließnetzen erreicht worden. So ein Schließnetz wird geschlossen in die Tiefe hinabgelassen und da durch einen Mechanismus (Fallgewicht, Propeller) geöffnet, darnach in vertikaler Richtung eine genau bestimmbare Strecke emporgezogen und schließlich durch die gleiche Vorrichtung wieder geschlossen. Zur Ermittelung der vertikalen Verbreitung würden wir also Fänge machen müssen von z. B. 100 zu 80 m, von 80—60 m, von 60—40 m usf.

Die Meeresforschung hat zur Konstruktion zahlreicher Schließnetze Anlaß gegeben. Hier sei nur ein einfaches, leicht beschaffbares Netz erwähnt. Ein gewöhnliches Planktonnetz mit etwas längerem Leinwandteil wird mit einer Schlinge umgeben, die durch Ösen festgehalten wird. An dieser Schlinge setzt eine zweite Leine an, die neben der Zugleine zum Boote führt (Abb. 88). Der Fang ist nun so auszuführen, daß das Netz zunächst an der Zugleine versenkt und durch die gewünschte Wassersäule emporgeholt wird. Dann zieht man die zweite (Drossel-)Leine an, läßt gleichzeitig die erste locker und holt das Netz vollends herauf. Die Schlinge schnürt den Netzbeutel ab und verhindert so einesteils ein Entweichen der gefangenen Tiere und anderseits, daß Lebewesen höherer Schichten ins Netz geraten (Abb. 89).



Abb. 88. Schließnetz während des Versenkens und während des Fanges.

So große Bedeutung Schließnetz- und Vertikalfänge heute noch für die Meeresforschung haben mögen, so ist man in der Süßwasserforschung wegen der viel geringeren Wassertiefen immer mehr davon abgekommen. Der Limnologe benutzt zu quantitativen Studien fast nur noch die Pumpmethoden. Mit einer gewöhnlichen Flügel- oder Ventilpumpe, die im Boot montiert ist, wird ein der Seentiefe entsprechender, von m zu m markierter Schlauch verbunden, der am Ende einen Trichter trägt. Man schlägt nun eine gewisse Menge (20 l) Wasser auf und gibt diese durch ein kleines Netz. Der Fang wird gut in dem Eimer gespült, dann unter Vermeidung von Verlusten in ein Glas gegeben, konserviert und später ausgezählt. Von dem filtrierten Wasser nimmt man einige Kubikzentimenter zum Zentrifugieren und zur quantitativen Bestimmung des Zentrifugenplanktons weg.



Abb. 89. Schließnetz beim Aufholen nach dem Fangen.

Diese Methode ist wesentlich genauer als alle Netzfänge. Bei letzteren treten doch immer Verluste auf. Einmal ändert sich der Filtrationskoeffizient des Netzes während des Gebrauchs durch Verstopfen der Maschen und ferner ist der Rückstau in der Mündung nie zu vermeiden.

Hat man es lediglich auf das Nannoplankton abgesehen, dann ist eine Pumpe wegen der geringen Wassermengen, die man braucht, nicht nötig. Die Wasserprobe wird mit einem Wasserschöpfer, z. B. der Meyerschen Flasche (Abb. 90) entnommen. Eine gewöhnliche Bier- oder Weinflasche trägt am Boden ein Bleigewicht und ist (vgl. die Abb. 90*a*) an einer Senkleine befestigt, an der auch der festschließende Pfropfen mit einem kurzen Faden hängt. Ist nun der Korken gerade so fest aufgesetzt, daß er die Flasche tragen kann, so kann sie in die Tiefe hinabgelassen und da durch einen kurzen Ruck an der Leine geöffnet werden.

Mit Hilfe dieser Flasche lassen sich auch gleichzeitig Temperaturbestimmungen ausführen, die ja jeder Biologe, wenn er regelmäßige Fänge entnimmt, unbedingt nebenher machen sollte. Es ist dann allerdings erforderlich, die Flasche vor dem Öffnen mindestens 3 Minuten in der betreffenden Wasserschicht hängen zu lassen, damit sie deren Temperatur annimmt, dann schnell hochzuziehen und sofort die Temperatur an einem eingetauchten Thermometer (im Schatten und vor Wind geschützt) abzulesen.

Zur Methode des Auszählens muß noch einiges bemerkt werden. Nehmen wir an, wir hätten 20 l gepumpt und den Fang konserviert. Es ist leicht möglich, den Fang so einzudicken oder zu verdünnen, daß sein Volum 20 ccm beträgt. Von diesen 20 ccm nehmen wir 5 ccm mit einer Meßpipette (Abb. 87 *c*) weg und breiten sie auf einer Glasplatte, die durch eingeritzte Linien in kleine Quadrate geteilt ist, aus. Unter dem Mikroskop wird nun Feld für Feld durchmustert, und man markiert die Zahl der Organismen durch Striche. Auf diese Weise erhalten wir die Menge der einzelnen Komponenten, die in 5 l enthalten waren. Es braucht wohl nicht betont zu werden, daß die Menge Plankton, die man auszählt, sich nach der Häufigkeit der zu zählenden Arten richtet. Für häufige Organismen genügt vielleicht 1 oder $^1/_2$ ccm, während man bei seltenen unter Umständen genötigt sein kann, 20 ccm auszuzählen.

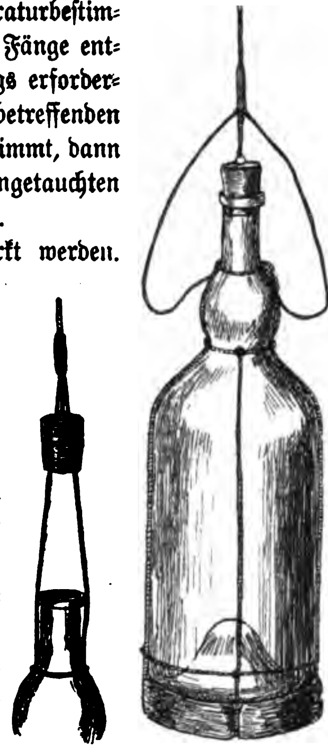


Abb. 90. Meyersche Schöpfflasche. *a*) Geschlossen beim Versenken. *b*) Hals der Flasche beim Aufholen.

Was das Konservieren der Tiere anbetrifft, so sei auf das besondere Kapitel dieses Buches hingewiesen. Für Plankton sind besonders zwei Fixierungsflüssigkeiten zu empfehlen, Alkohol und Formalin. Die Abtötung des Fanges in Alkohol geschieht so, daß man ihn in ein etwas größeres Volum 90%igen Alkohol gießt (auch denaturierten!) und umschüttelt. Alkohol fixiert besonders die Krebse recht gut. Formalin ist dem Spiritus wegen der geringeren Menge, die man braucht, vor allem auf Exkursionen vorzuziehen. Der Fang wird in ein Glas gebracht und mit $^1/_{10}$ seines Volumens von käuflichem Formaldehyd versetzt. Da nämlich das Formaldehyd des Handels etwa 40%ig ist, erhält man im Glase eine 4%ige Lösung, die für unsern Zweck genügend stark ist. Es sei nur noch darauf hingewiesen, daß die Konservierung möglichst sofort zu geschehen hat, da Fänge, die länger gestanden haben und (vor allem im Sommer!) erwärmt worden sind, sich schlecht konservieren.

Will man Plankton lebend mit nach Hause nehmen, dann muß man sich vor allem hüten, zu große Massen in kleinen Gefäßen zu transportieren. Je mehr man verdünnt, um so besser halten sich die Organismen. Ein zweites wichtiges Erfordernis ist, den Fang kühl zu halten. Vor allem im Sommer achte man auf diese Regel; man lasse nie die Gläser in der Sonne stehen! Als Transportgefäße dienen Fischkannen oder Konservengläser, an deren Rand ein Henkel aus Bindfaden gebunden ist. Praktisch ist es auch, durch den Korken eines Präparatenglases eine Glasröhre zu stecken und das Glas nur halb anzufüllen. Auf diese Weise läßt sich Plankton sogar mit der Post lebend verschicken.

Die Schnuren und Leinen endlich, die man braucht, sollen möglichst gewachst sein. Ungewachste Fäden haben die höchst unangenehme Eigenschaft, schnell zu verknoten. Aus eben diesem Grunde sind auch geflochtene Schnuren (Angelschnuren) den gewöhnlichen gedrehten vorzuziehen, wenn man nicht die freilich sehr teuren, aber unbenetzbaren Darmsaiten anwenden will.

Literatur.

Lampert, K. Das Leben der Binnengewässer. 2. Aufl. 1910. Tauchnitz.

Ein umfangreiches Werk, dem augenblicklich kein zweites an die Seite gestellt werden kann. Enthält neben einem systematischen Teil, in dem die wichtigsten Pflanzen und Tiere der drei Regionen unserer Gewässer behandelt werden, einen biologischen Abschnitt, in dem einerseits das Abhängigkeitsverhältnis der Organismen von ihrem Wohnort und den äußeren Bedingungen und anderseits die Beziehungen der Organismen untereinander besprochen werden (Haushalt eines Gewässers). Ein besonderes Kapitel ist den Methoden zur Erforschung unserer Gewässer und den dabei angewandten Apparaten gewidmet.

Steuer, Ad. Planktonkunde. Leitfaden der Planktonkunde. Berlin und Leipzig, B. G. Teubner.

Das zweite ist nur eine gedrängte Zusammenfassung des größeren ersten Werkes. Die Planktonkunde ist das Gegenstück zu Lamperts Buch, eine Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes der Süßwasser- und Meeresforschung. Auch dieses Werk enthält einen großen Abschnitt über Fang- und Sammelgeräte und Methoden zur Erforschung der Gewässer.

Beide Bücher zeichnen sich durch umfangreiche Literaturverzeichnisse aus, die eine schnelle Einarbeitung in bestimmte Gebiete ermöglichen.

Apstein, C. Das Süßwasserplankton. Kiel und Leipzig 1896.

Apstein, C. Das Sammeln und Beobachten von Plankton in: Neumayer, Anleitung zu wissenschaftlichem Beobachten auf Reisen. 2 Bde. 3. Aufl. Hannover, M. Jänecke 1906.

Hensen, V. Über die quantitative Bestimmung der kleineren Planktonorganismen. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. V. Abt. Kiel 1901.

Lohmann, H. Über das Fischen mit Netzen aus Müller-Gaze Nr. 20. Ebenda V. 1901.

Lohmann, H. Das Nannoplankton. Intern. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. IV. 1911.

Die Beschreibungen der einzelnen Apparate sind über zahlreiche Einzelpublikationen verstreut, die zumeist in den Fachzeitschriften erschienen sind. Als solche sind vor allem zu nennen:

1. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Leipzig, Dr. Werner Klinkhardt.
2. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Fortsetzung der Berichte aus der biologischen Station Plön. Stuttgart, Nägele.
3. Annales de biologie lacustre. Bruxelles. Dr. Ernest Rousseau.
4. Revue suisse de Zoologie. Génève. Prof. Maurice Bedot.

Als Bestimmungsbücher für die gefundenen Lebewesen sind zu empfehlen:

Lampert, K., Das Leben der Binnengewässer.

Seligo, A., Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Stuttgart. Franckhsche Verlagsbuchhandlung. Preis 2 *M.*

Dieses billige Buch ist, wie der Lampert, besonders geeignet zur raschen Orientierung und zur Einarbeitung. Dem Anfänger wird die Arbeit durch zahlreiche Abbildungen sehr erleichtert.

Brauer, A., Die Süßwasserfauna Deutschlands. Jena. Gustav Fischer.

Dieses Werk ist mehr für den Fachmann bestimmt und sei daher Fortgeschrittenen sehr empfohlen.

Als Gegenstück dazu ist in demselben Verlag eben im Erscheinen begriffen:

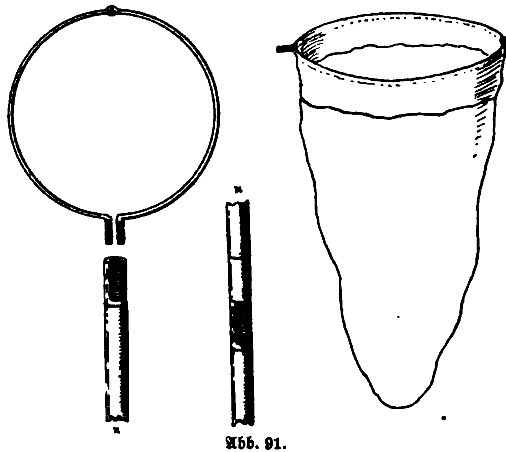
Pascher, A., Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.

Das Sammeln und Präparieren von Insekten.

Von Privatdozent Dr. O. Steche, Leipzig.

I. Allgemeine Ausrüstung.

Als allgemeine Ausrüstung bei Exkursionen, auf denen meist nur größere Vertreter der verschiedenen Insektenordnungen gesammelt werden sollen, genügen verhältnismäßig wenige Geräte. Das wichtigste davon ist das Netz. Sein Bügel besteht am besten aus zwei Stücken starken Messingdrahtes, etwa 3—4 mm Querschnitt, die oben ösenartig umgebogen und durch eine Niete so verbunden sind, daß sie zu einem Halbkreis übereinander gelegt werden können (Abb. 91). Wenn der Durchmesser des Netzes nicht zu groß gewählt ist, läßt es sich dann bequem in eine große Tasche stecken. Einrichtungen zum doppelten Zusammenlegen auf einen Viertelkreis verringern die Haltbarkeit und sind daher nicht zu empfehlen. Die Befestigung am Stock geschieht am besten durch Einschrauben; zwar kann man dann nicht jeden beliebigen Spazierstock verwenden, wie bei den meisten käuflichen Netzen, hat dafür aber eine völlig


Abb. 91.

zuverlässige Befestigung, was bei den andern Konstruktionen niemals der Fall ist. Man kann die Befestigung einfach so machen, daß man die unteren Enden des Messingdrahtes breitklopft und durchbohrt; dann werden sie aufeinander gelegt und eine Schraube mit breitem flachen Kopf durchgesteckt, welche in ein Messinggewinde paßt, das am Ende des Stockes befestigt ist. Oder man kann die Drähte fest an zwei rechtwinklig umgebogene Eisenstücke anlöten, deren Außenfläche dann zu einer gemeinsamen Schraube gedreht wird. Zum Einschrauben werden dann einfach beide Hälften aneinander gelegt, das Gewinde hält das Netz völlig fest, wenn es nicht zu wenig Umgänge (etwa 8) hat. Zur völligen Sicherheit kann man noch an der einen Schraubenhälfte einen Stift anbringen, der in ein Loch der andern Hälfte eingreift. Der Durchmesser des Netzreifens sollte nicht mehr als 25—30 cm betragen, da bei uns sehr große Insekten kaum vorkommen. Für den Stock wähle man möglichst leichtes Material (Bambus) und 40—50 cm Länge. Was man dadurch an Fangfläche und Reichweite einbüßt, wird durch die größere Handlichkeit mehr als aufgewogen. Braucht man längere Stöcke (z. B. für große Libellen am Wasser), so macht man sie zerlegbar in zwei ev. auch mehr Stücke wie eine Angelrute, die durch Verschraubungen zu verbinden sind.

Der Netzbeutel besteht am besten aus durchsichtigem, hellem, weichem Stoff. Das billigste Material ist ungestärkter Tüll oder Mull (Blusenmull), er ist aber nicht sehr haltbar. Das beste ist nicht zu feine Seidengaze, ev. grobe Nummern der sog. Müllergaze, wie sie zu

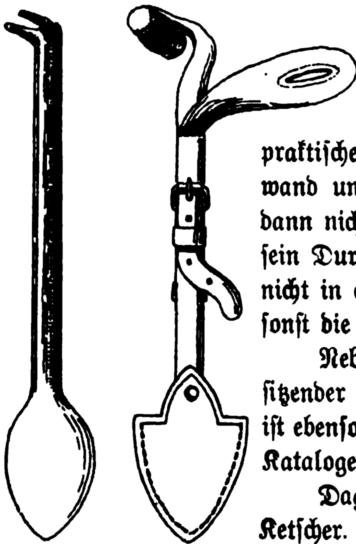


Abb. 92

Planktonnetzen verwendet wird.[1]) Die Farbe sei weiß oder creme; grüne oder graue Töne, die gelegentlich empfohlen werden, weil sie das Netz weniger sichtbar machen sollen, haben wenig Wert und sind für das Erkennen des Inhaltes unpraktischer. Zur Befestigung umnäht man den Reifen mit starker Leinwand und setzt erst daran den eigentlichen Netzbeutel, er reibt sich dann nicht durch. Die Länge des Netzbeutels sei $2^1/_2$ mal so groß als sein Durchmesser, gegen das Ende wird er am besten schmäler, aber nicht in eine scharfe Spitze ausgezogen, sondern abgerundet, da man sonst die Insekten aus diesem Trichter schwer herausbekommt.

Neben dem Netz wird zum Fang auf Blättern oder Blüten sitzender Insekten oft die sog. Schere angepriesen. Dieses Instrument ist ebenso unpraktisch wie überflüssig, und es wäre Zeit, daß es aus den Katalogen verschwände.

Dagegen ist für viele Zwecke unentbehrlich ein Streifnetz oder Ketscher. Es dient zum Abstreifen von Büschen, Wiesen usw., kann ev. auch zum Fang von Wasserinsekten verwendet werden. Es muß dementsprechend derber gebaut sein, als das Fangnetz, der Ring aus einem Stück, vor allem mit kräftigem, nicht zu langem Stock und einem kürzeren breiteren Beutel aus starker Leinwand (Kongreßstoff). Um ihm vor dem Durchscheuern am Reifen zu schützen, kann man den Beutel an kleine Metallringe nähen, die auf den Hauptreifen aufgereiht werden. Da der Ketscher gelegentlich durchnäßt wird, ist ein Wachstuchfutteral sehr praktisch. Nächst den Netzen ist das wichtigste Instrument ein Schirm. Er dient zum Auffangen der von Büschen und Bäumen geklopften Insekten. Daher darf er nicht zu klein sein und muß aus starkem Stoff von heller grauer Farbe bestehen (Baumwolle ist besser als Halbseide oder Gloriaseide). Der Stock läuft in eine Spitze aus, damit man den Schirm in die Erde stecken kann, um beim Aussuchen beide Hände frei zu haben. Beim Klopfen hält man ihn unter den betr. Busch oder Baumast und schlägt auf diesen mit dem Netzstock kurz und kräftig, möglichst vertikal, damit keine Tiere seitlich über den Schirm hinausfliegen. Höhere Äste kann man auch mit dem an der Spitze gefaßten Schirm schütteln, dessen oberes Ende daher am besten in eine kräftige halbkreisförmig gebogene Krücke ausläuft, die zugleich gestattet, den Schirm unterwegs ins Ärmelloch zu hängen. Zum Aufgraben der Erde, Ablösen von Baumrinde an morschen Stämmen, Untersuchung von Ameisenhaufen und Erdnestern usw. dienen Spaten und Harke. Sehr bequem ist ein Doppelinstrument, ein starker 25 cm langer Eisenstab, dessen eines Ende in einen herzförmigen Spaten ausläuft, während das andere zu einer zweizinkigen Harke umgebogen ist. Man trägt es am besten am Gürtel oder Riemen in einem Lederfutteral, wie Abb. 92 zeigt.

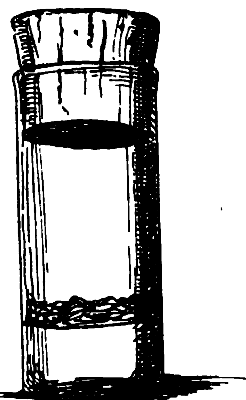


Abb 93

Zum Töten der gefangenen Tiere dienen am besten Zyankali- oder Schwefelgläser. Ihre Form ist aus Abb. 93 ersichtlich, die Größe richtet sich nach der Art der Insekten, die man fangen will; es empfiehlt sich, immer eine Anzahl Gläser da zu haben, damit man die Beute gleich verteilen kann und nicht Tiere zusammenbringt, die

1) Bezugsquelle vgl. S. 150 Anm. 2.

sich gegenseitig beschädigen. Den Verschluß der Flasche bildet ein Kork, durch den eine Glasröhre von etwa 1,5 cm äußerem Durchmesser durchgesteckt ist, die wieder durch einen besonderen Kork verschlossen wird. Man kann dann die Tiere durch diese Röhre in die Flasche hineinbringen, ohne den großen Kork zu öffnen, was besonders bei der Schwefelflasche sehr wichtig ist. Den kleinen Kork befestigt man mit einem Faden am großen Kork, damit man ihn beim Einbringen der Beutetiere nicht zu halten braucht. Das Innere der Flasche füllt man ganz lose mit Streifen weichen Papieres, die verhindern sollen, daß die toten Tiere im Glase herumgeworfen werden und gleichzeitig Feuchtigkeit aufsaugen. Für sehr zarte Tiere (Lepidopteren) nimmt man eine Anzahl dünner Watteschеibchen mit, deren Größe dem inneren Durchmesser des Tötungsglases entspricht, und legt sie schichtweise über die gefangenen Tiere, um sie vor jeder Bewegung zu schützen. Ganz empfindliche Sorten, z. B. Mikrolepidopteren und langbeinige Dipteren, müssen nach dem Abtöten sofort genadelt werden.


Abb. 94.

Das Zyankali wird in Brocken auf den Boden des Glases geschüttet und mit einer mindestens 1 cm hohen Gipsschicht überdeckt (Abb. 94). Ein gutes Zyankaliglas bleibt jahrelang wirksam. Vielfach wird jetzt auch das Zyankali in einem ausgehöhlten Glasdeckel angebracht, was seine Vorteile für die Reinigung der Flasche hat. Sie ist dann aber nur zweckmäßig für Schmetterlingssammler, da man jedesmal beim Einbringen eines Tieres den ganzen Deckel öffnen muß.

Die Schwefelflasche wird einfach mit dem käuflichen Schwefelfaden beschickt; er wird unter dem Kork um die kleine Glasröhre aufgewickelt und mit gebogenen Nadeln festgesteckt. Die Flasche muß jedesmal vor dem Gebrauch fertig gemacht werden; man entzündet dazu den Schwefelfaden mit einem Streichholz und setzt dann den Kork auf die Flasche. Auch die kleine Röhre muß zugekorkt sein. Es entwickelt sich dann im Innern Schwefeldioxyd, der Schwefelfaden erlischt bald aus Mangel an Sauerstoff. Diese Schwefelflaschen eignen sich besonders gut für Koleopteren, Dipteren und Hymenopteren, sie haben aber den Nachteil, daß bei allzu häufigem Öffnen die Schwefeldioxyddämpfe entweichen, und die Flasche unwirksam wird. Man kann dann den Schwefelfaden von neuem anzünden, muß dabei aber sehr vorsichtig sein, da die sich entwickelnden Gase manche Farben, besonders Rot, verändern. Als flüchtige Tötungsmittel finden ferner Chloroform und Äther vielfach Verwendung. Man gießt vor dem Gebrauch ein paar Tropfen auf einen Wattebausch oder etwas Fließpapier, das im Deckel oder am Boden angebracht wird. Beide Mittel haben den Nachteil, daß bei zu kurzer Einwirkung die Tiere wieder aufleben, ferner die Flaschen bald unwirksam werden durch Verdunstung; außerdem ist Äther feuergefährlich und sollte beim Fang mit der Laterne nicht verwendet werden. Zweckmäßig ist Äther z. B. zum sofortigen Abtöten großer Libellen durch Aufgießen. weniger Tropfen auf die Mundgegend. Ein ganz vorzügliches Tötungsmittel ist endlich Alkohol, Er wird meist nur für Objekte angewendet, die zu anatomischen Untersuchungen dienen sollen aber wenn man sie nicht allzu lange darin läßt und vor Licht schützt, sind sie später auch zu trockener Aufbewahrung vollkommen brauchbar. Man darf dann nur den Alkohol nicht zu stark nehmen (70—80%). Die Abtötung mit Alkohol ist äußerst einfach und eignet sich besonders für Massenfänge, z. B. den gesamten Inhalt eines Streifnetzfanges. Für histologische Zwecke noch besser ist die Konservierung mit Formol-Alkohol-Eisessig von der Zusammensetzung: 6 Teile konzentriertes (40%) Formol, 15 Teile Alkohol (96%), 30 Teile Wasser, 1 Teil Eisessig. Die Objekte können darin ohne Schaden tagelang bleiben und werden dann in 80%igem Alkohol aufbewahrt. Schwierigkeiten macht für die gute Konservierung oft das harte Chitin, das die Flüssig-

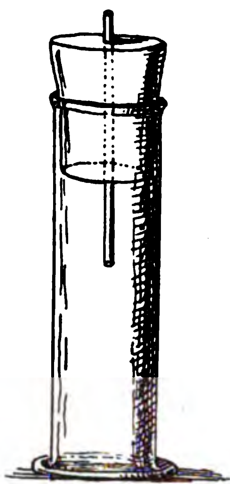
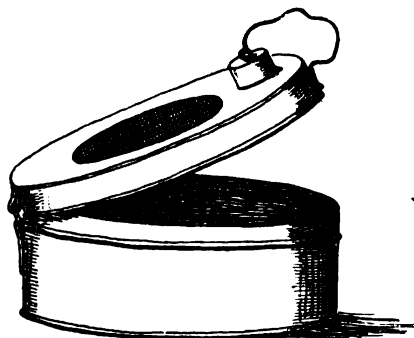


Abb. 96.



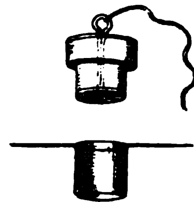


Abb. 95.

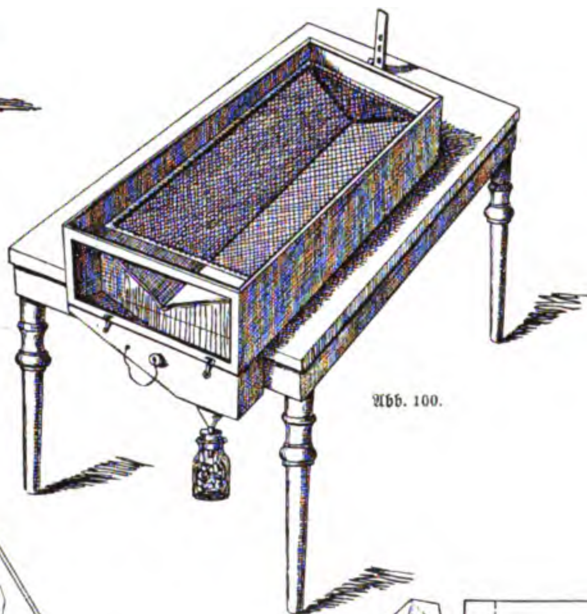


Abb. 100.

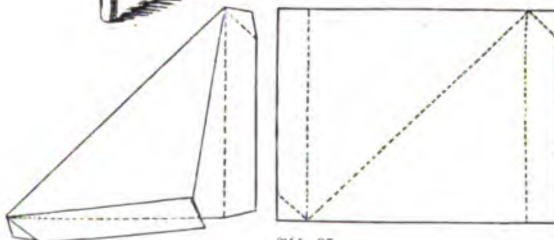


Abb. 97.

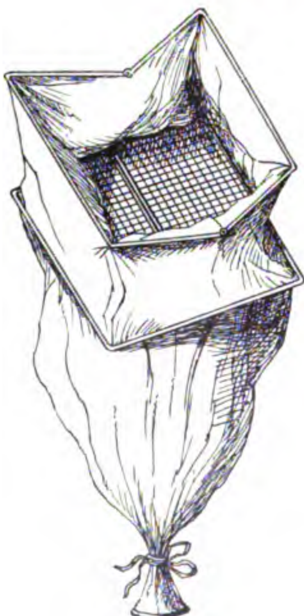


Abb. 99



Abb. 98.

keit nicht eindringen läßt; es empfiehlt sich daher, einer Anzahl Exemplare jeder Art entweder den Kopf abzutrennen oder Einschnitte in das Abdomen zu machen. Auch bei scheinbar weichhäutigen Larven (z. B. parasitischen Hymenopteren und Dipteren) ist das oft nötig.

Auch bei Alkoholkonservierung sortiert man die gefangenen Tiere von vornherein am besten etwas nach Größe und Empfindlichkeit. Für den Transport einer größeren Anzahl Alkoholgläser eignet sich am besten eine Tasche aus Segeltuch mit Fächern verschiedener Größe für die einzelnen Gläser, die nach Art eines Patronengürtels um den Leib getragen wird.

Hat man Massenfänge, z. B. mit dem Streifnetz gemacht, so hat man oft Schwierigkeiten, die Beute in die Tötungsflaschen zu bringen. Man kann sich dann so helfen, daß man durch heftiges Schwenken des Netzes alle Tiere in das untere Ende bringt, dies zuhält und in eine Schweinsblase oder einen großen Tabaksbeutel bringt, in den man einige Tropfen Äther oder Chloroform gegossen hat. In wenigen Augenblicken ist alles betäubt, und man kann in Ruhe sortieren und abtöten, überflüssige Beute auch wieder in Freiheit setzen.

Für die Aufnahme lebender Objekte, in erster Linie Larven aller Art, eignen sich am besten Blechschachteln von ovaler Form, die bequem in die Tasche zu schieben sind. Im Deckel befindet sich ein Drahtfenster sowie ein Loch von etwa 1,5 cm Durchmesser, durch das die Tiere in die Schachtel eingebracht werden können, ohne den Deckel zu öffnen. Es ist durch einen Schieber oder Kork verschließbar; um zu vermeiden, daß beim Schließen Tiere gequetscht werden, sind die Ränder der Öffnung nach innen umgebogen, so daß sie einen Zylinder von etwa 1 cm Länge bilden (Abb. 95). Man kann daneben natürlich beliebiges anderes Material an Holz- und Pappschachteln verwenden (Vorsicht mit Zigarren- und Zigarettenschachteln, deren Geruch oft schädlich wirkt). Für viele Zwecke angenehm sind Leinwand- und Papiersäcke, Zigarrenbüten, in denen man ebenfalls lebende Tiere, z. B. noch nicht völlig ausgefärbte Libellen oder ganze Nester mit Inhalt transportieren kann. Will man einzelne Tiere isolieren, so tut man sie in Glasröhrchen, deren Stopfen mit einer ganz feinen Glasröhre oder einem Strohhalm durchbohrt ist, um Luft durchzulassen (Abb. 96). Kleine Tiere erhalten auch durch die Poren des Korkes Luft genug. Zum Hantieren mit den gefangenen Tieren sowie zum Herausnehmen von Beutetieren aus Baumritzen, Dung u. dgl. bedarf man unbedingt einer Pinzette. Für die meisten Zwecke genügt eine gerade Form mit mäßig breiten Enden, die auf der Innenseite gerieft sind. Für empfindliche Tiere braucht man eine Uhrmacherpinzette aus glattem, dünnem, federndem Stahlblech. Mit einiger Übung kann man damit selbst die zartesten Tiere ohne Beschädigung angreifen.

Unentbehrlich ist ferner eine Taschenlupe, entweder einfach oder mit mehreren einklappbaren Linsen zur Anwendung verschieden starker Vergrößerungen.

Bei längeren Exkursionen empfiehlt es sich, Insektennadeln und eine mit Torf ausgelegte Schachtel mitzunehmen, um die Beute gleich zu nadeln. Manche Sammler tragen dazu ein Nadelkissen umgehängt, um sofort Nadeln verschiedener Stärke bereit zu haben. Schwarze Nadeln sind vorzuziehen, da sie keinen Grünspan ansetzen. Bei Tieren, die mit Zyankali abgetötet sind, ist Vorsicht geboten, da sie nach einigen Stunden Verweilens in der Tötungsflasche Muskelstarre zeigen und dementsprechend leicht beschädigt werden. Man läßt sie daher am besten einen Tag im Zyankaliglas, bringt sie dann über Nacht unter die Weichglocke (s. S. 175) und kann am nächsten Morgen ohne Gefahr nadeln und spannen. Bei mehrtägigen Exkursionen kann man die Tiere, die man nicht nadeln will (Käfer und Hymenopteren) in Kästen oder Gläsern zwischen Sägespänen aufheben, die leicht mit Essigäther befeuchtet werden, sie halten sich darin eine Woche und länger tadellos weich. Schmetterlinge werden zum Transport am bequemsten in Düten verpackt, rechteckigen Stücken Schreibpapier, die in der in

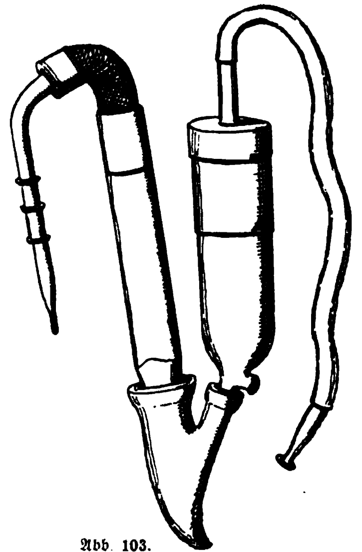

Abb. 102.
Abb. 101.

Abb. 97 angegebenen Weise zusammengefaltet werden. Man muß darauf achten, die Flügel des Schmetterlings möglichst eng zusammenzuschieben und Fühler und Beine gut anzulegen, damit sie nicht in die Knicke der Düte kommen (Abb. 98). Die Düten werden dann in einer Zigarrenkiste aufgeschichtet und durch Watte oder Papier festgelegt.

II. Geräte für besondere Zwecke.

Neben diesen für allgemeine Sammlungen unentbehrlichen Gegenständen wird natürlich jeder Spezialist noch eine Anzahl besondere Instrumente verwenden. Für Käfersammler ist sehr wichtig ein Sieb, um kleine Arten aus Mulm, abgefallenem Laub, Schilf usw. herauszusuchen. Es besteht im einfachsten Falle aus einem zylindrischen oder viereckigen Leinwandsack, der oben durch ein Drahtgestell offen gehalten, unten durch ein feinmaschiges Drahtnetz verschlossen ist. Beide können zum bequemeren Transport zusammenklappbar sein, wie Abb. 99 zeigt. Man füllt den Sack mit dem zu untersuchenden Laub oder Moos und schüttelt kräftig durch, die Käfer fallen dann durch die Maschen des Netzes auf eine weiße Unterlage oder in einen Sack mit Tabaksbeutelverschluß an der Spitze. Dieser Apparat ist für die Untersuchung im Freien am bequemsten, arbeitet aber nicht sehr gründlich. Kann man das zu siebende Material in einem Sacke mit nach Hause nehmen, so verwendet man besser einen automatisch arbeitenden Siebkasten. Er basiert darauf, daß die meisten versteckt lebenden Tiere die Dunkelheit suchen. In einem rechteckigen Holzkasten mit Deckel (Abb. 100) befindet sich ein Einsatz mit Drahtboden. Auf diesen wird das zu untersuchende Material gebracht und ausgebreitet. Die Tiere suchen die Dunkelheit und fallen dabei durch die Maschen des Netzes. Darunter befinden sich zwei gegeneinander geneigte glatte Bretter, die eine Rinne bilden. Diese ist nach einem Ende des Kastens abschüssig, so daß die durchfallenden Tiere nach dieser Seite gelangen. Dort mündet die Rinne auf eine zweite schiefe Ebene, die in einen Sammeltrichter führt, der mit Alkohol oder Zyankali gefüllt sein kann. Zum Fange der das Licht suchenden Arten befindet sich an der Seite über dieser zweiten schiefen Ebene ein Fenster; die dorthin fliegenden Tiere fallen direkt darauf und gelangen so ebenfalls in die Sammelflasche.

Zum Fange von Urinsekten, Akariden usw. ist dieser Apparat von Berlese noch vervollkommnet worden. Er besteht aus einem Blechtrichter, der oben mit einem Drahtnetz verschlossen ist; an der Mündung läßt sich ein Sammelgefäß anbringen. Der Trichter ist eingelassen in ein zylindrisches Blechgefäß, das mit Wasser gefüllt wird und mit einer Heizvorrichtung, nach Art eines Thermostaten, versehen ist. Das Wasser wird auf 60 bis 100° erwärmt und auf das Drahtnetz das Untersuchungsmaterial angefeuchtet aufgebracht. Die Tiere werden dann wahrscheinlich von der Wärme angelockt, fallen durch das Sieb in den Trichter und rutschen von seinen heißen und glatten Wänden ab in das Sammelgefäß. Dieser Apparat arbeitet sehr gründlich, und man erhält die Ausbeute fast völlig frei von Verunreinigungen. Durch Verwendung mehrerer Trichter in gemeinsamem Mantel kann man gleichzeitig Material verschiedener Herkunft untersuchen.


Abb. 103.

Zur Untersuchung von Ameisenbauten dient der sog. Janetsche Stab (Abb. 101), ein viereckiger, unten zugespitzter Holzstab von etwa 5 cm Durchmesser, der im Innern eine Anzahl Kammern enthält. Diese lassen sich durch einen Schieber absperren. Der Stab wird in das Ameisennest eingestoßen, und die Kammern geöffnet. Nach längerer Zeit, ev. nach Tagen oder Monaten, wird der Schieber geschlossen und der Inhalt der Kammern untersucht — es läßt sich dadurch ein Einblick in die Raumverteilung innerhalb des Nestes gewinnen.

Zum Aufsuchen der im Holz lebenden Formen werden Käfer- und Schmetterlingssammler öfters ein Waldbeil brauchen, dessen Form Abb. 102 zeigt. Die asymmetrische Form ist vorzuziehen, weil man damit besser am Stamm entlang hauen kann. Ferner Meißel und Hammer zur Verfolgung von Larvengängen, auch eine zusammenlegbare Taschensäge und starke Zweigschere ist oft sehr brauchbar, um von Larven bewohnte Äste einzusammeln. Zum Ausräuchern von Larven aus ihren Gängen bedient man sich des sog. Fumigators. Es ist eine Tabakspfeife, auf deren Kopf ein Deckel mit Blasrohr gesetzt werden kann, während das Mundstück beweglich ist und in eine Spitze ausläuft. Nachdem die Pfeife in gewohnter Weise in Brand gesetzt ist, bläst man den Rauch durch das Mundstück in die Larvengänge (Abb. 103).

Zum Aufsuchen von harten Kokons an der Rinde dient dem Lepidopterologen eine starke Drahtbürste. Man kratzt damit die verhüllenden Rindenteile besonders dicht über dem Boden ab und erkennt nun die länglich-ovalen Kokons mancher Spinnerarten sehr viel leichter.

Zum Abklopfen größerer Bäume braucht man eine kräftige Eisen- oder Bleikeule, die mit Gummi überzogen sein muß, um Beschädigungen der Rinde zu vermeiden.

Zum Fange von Wasserinsekten dient ein starker Ketscher mit kräftigem Bügel an langer Stange. Für größere Formen, z. B. Libellenlarven, kann man auch ein gebogenes Drahtsieb verwenden, das an einer Seite einen scharfen Rand zum Abkratzen von Steinen, Holzpfeilern usw. besitzt. Wurfnetze zum Fischen im freien Wasser werden für den Insektensammler kaum in Frage kommen. Dagegen leistet ein großer Rechen zum Herausholen des Laubes vom Grunde oft gute Dienste, da gerade darin sich viele Tiere aufhalten.

III. Fallen und Köder.

Sehr wichtige Hilfsmittel sind neben den eigentlichen Sammelgeräten Fallen und Köder. Fallen einfachster Art sind z. B. Stücke Baumrinde, große flache Steine, Haufen von Laub oder Reisig, welche an von Insekten besuchten Plätzen hingelegt werden. Nächtliche Besucher werden darunter ihr Versteck suchen und am nächsten Tage leicht zu erbeuten sein. Besonders im Herbst, vor dem Beziehen der Winterquartiere, sind derartige Fallen recht wirksam. In ähnlicher Weise wirken Zeugstücke, die man ringförmig um Baumstämme schlingt, oder die bekannten Leimringe. Von Forstleuten viel angewendet werden die sog. Käfergräben, schmale Gräben von etwa 30 cm Breite und 20 cm Tiefe mit senkrechten Wänden, die den herabgefallenen Tieren das Herausklettern unmöglich machen. Man bringt in ihnen zweckmäßig in je 5—10 m Abstand kleine Vertiefungen an, in die man Versteckmaterial legt. Solche Gräben, wie sie zum Schutz von Schonungen oder anderen Anpflanzungen angelegt werden, sind für Käfersammler oft sehr ergiebig.

Oft kombiniert man derartige Fallen mit einem Köder. Für Raub- und Aaskäfer z. B. ist sehr wirksam eine Blechbüchse, die, oben offen, bis zum Rande in die Erde eingegraben wird, und über der ein totes Tier befestigt ist. Zum sofortigen Abtöten kann man ein trichterförmiges Gefäß nehmen, das mit der Spitze in eine Zyankaliflasche mündet. Für Dipteren und Hymenopteren sind Fallen mit Alkohol zweckmäßig; eine Glasglocke mit mäßig großer Öff-

nung in der Mitte (sog. Fliegenfalle) und drei Füßen; der untere Rand der Wandung ist nach innen umgebogen und mit Alkohol gefüllt. Unter die Glocke wird Zucker oder ein anderer Köder gebracht, die Tiere kriechen unter die Glocke oder fliegen durch das Loch im Deckel an, beim Abfliegen stoßen sie an und fallen in den Alkohol.

Ein vorzügliches Anlockungsmittel für nächtlich schwärmende Schmetterlinge und Käfer ist Licht. Man läßt das Licht einer starken Laterne auf ein zwischen Ästen ausgespanntes weißes Tuch fallen. Die anfliegenden Tiere müssen mit dem Netz gefangen werden, manche Käfer, die gegen das Licht fliegen und sich dann fallen lassen, können gesammelt werden, wenn man unter der Laterne einen Netzbeutel aufhängt, der am Ende eine Giftflasche trägt. Einen einfachen, selbsttätig arbeitenden Lichtfangapparat hat Dahl angegeben. Er besteht aus einer einen quadratischen Raum einschließenden Blechrinne, in welche man Alkohol gießt. An die vier Innenecken sind Falze zum Hineinschieben von vier oben erweiterten Glasscheiben angelötet. In das mittlere Quadrat stellt man eine Lampe. Die Scheiben werden aus Milchglas geschnitten oder innen mit weißem Seidenpapier beklebt. Die Amerikaner verwenden besonders zu Massenfängen von Schädlingen statt des Alkohols Wasser mit einer dünnen Schicht von Kerosinöl, das sich durch Einlegen der Tiere in eine Weichglocke mit Gasolin leicht ohne Schaden wieder entfernen läßt.

Zum Ködern von Nachtschmetterlingen werden mit Vorliebe süße, stark riechende Stoffe verwendet. Entweder nimmt man Sirup, dem etwas einfaches Bier, einige Tropfen Rum, Arrak oder Apfeläther zugesetzt sind. Statt dessen kann man auch Honig nehmen, den man erst einige Zeit hat gären lassen, indem man ihn offen in die Wärme stellt. Diese Mischung wird entweder an glatte Bäume gestrichen oder Leinwandbänder darein getaucht und zwischen Bäumen in Gärten, an Waldrändern, Wasserläufen und andern offenen Plätzen aufgehängt. Man hängt den Köder am besten kurz nach Sonnenuntergang auf, an warmen, möglichst schwülen Abenden ohne Mondschein und Nebel — leichter Regen schadet nicht —, und sucht ihn im Lauf des Abends, bis gegen Mitternacht, mehrmals mit der Laterne ab, da die verschiedenen Schmetterlinge zu verschiedenen Zeiten fliegen. Meist sind die Tiere durch die aufgesogene Flüssigkeit etwas betäubt, so daß sie sich leicht mit dem Fangglas überdecken lassen oder beim Anstoßen hineinfallen, die flüchtigeren muß man mit dem Netz fangen. Sehr empfehlenswert sind auch getrocknete Apfel- und Pflaumenschnitte, die einige Zeit in Zuckerwasser gelegen haben, bis sie zu faulen beginnen. Sie werden an einen Bindfaden aufgereiht und in verschiedener Höhe zwischen Zweigen befestigt.

IV. Sammelorte.

Die Wahl der Sammelplätze richtet sich nach den jeweiligen Wünschen des Sammlers. Bei einer Exkursion mit Schülern z. B., wo es auf Erbeutung möglichst zahlreicher, auffallender und verschiedenartiger Insekten ankommt, wird man die Plätze aufsuchen, an denen sich eine zahlreiche Gesellschaft zusammenzufinden pflegt. In erster Linie also blühende Wiesen, besonders bei Sonnenschein. Hier wird man je nach der Jahreszeit vorwiegend Dipteren, Hymenopteren, Lepidopteren, Hemipteren und Koleopteren in großer Zahl antreffen. Besonders die Blüten der Umbelliferen geben im Hochsommer reiche Beute. Bei trübem Wetter, wo die Insekten wenig fliegen, kann man immer noch durch Ketschern viel erbeuten. Die am Wiesenrande stehenden Bäume und Hecken werden von Fliegen und Blattwespen gern als Ruheplatz gewählt, beim Klopfen geben sie oft reiches Material an Blattkäfern und Raupen. Auch einzeln stehende Bäume sind für den Fang günstig, während im Innern geschlossener Wälder die Ausbeute meist gering ist.

Sehr ergiebig sind Teiche und Wasserläufe. Im Wasser selbst findet man Käfer, Wasserwanzen sowie die interessanten Larven der Trichopteren und Libellen. Sandige oder schlammige Ufer bergen zahlreiche kleine Laufkäfer, die man am besten durch Überschwemmen oder energisches Trampeln aus ihren Verstecken heraustreibt. An den Bäumen und Büschen findet man die Imagines der Trichopteren, Libellen und viele Mücken und Fliegen. Ein längeres ruhiges Verweilen an solch einem günstigen Platze ist für den einzelnen Sammler meist viel ergiebiger als dauerndes Umherziehen. Das gilt auch besonders für Holzschläge und Stapelplätze frisch geschlagener Stämme. Dort fliegen bei sonnigem, heißem Wetter viele Holzkäfer, besonders die schönen Bockkäfer und gleichzeitig ihre Parasiten, die Ichneumoniden und Fliegen. Offenes Gelände, Wege und Grashalden sind reich an Karabiden, die sich gern unter Steinen verstecken, hartgetretene Straßen werden von manchen Grabwespen, besonders den Pompiliden, zur Anlage ihrer Nester benutzt. Wo Exkremente oder tote Tiere sich finden, kann man sicher sein, auf Aas- und Mistkäfer sowie Aasfliegen zu stoßen.

Der einzelne Sammler wird daneben mit großem Vorteil Plätze aufsuchen, die speziell angepaßte Tiere beherbergen. Dahin gehören z. B. morsche Baumstämme, unter deren Rinde man viele Käfer und ihre Larven sowie manche Dipteren findet. Pilze, besonders die Baumschwämme, sind der alleinige Wohnplatz mancher Familien von Käfern und Dipteren. Auf Sandboden, besonders in Sandgruben, oft auch an Lehmmauern, findet man die Nester der Grabwespen. Die Nester der gesellig lebenden Hymenopteren, Wespen, Hummeln und Ameisen bergen eine zahlreiche und hochinteressante Einmieterschaft anderer Insekten, besonders Käfer und Fliegen.

Ein besonderes Interesse verdienen Höhlen und Grotten wegen ihrer oft sehr eigenartig gebauten Bewohner, auch unsere künstlichen Höhlen, die Keller, Kanäle usw. bergen meist eine charakteristische Bevölkerung.

Der wissenschaftlich arbeitende Sammler darf auch scheinbar unergiebige Gegenden nicht vernachlässigen, denn jede Lokalität hat ihre charakteristische Fauna und für die geringe Artenzahl entschädigt oft die Seltenheit oder biologische Merkwürdigkeit der Ausbeute.

Handelt es sich um die systematische Durchforschung eines Gebietes, sei es für Aufstellung einer Liste der Bewohner für ökologische Beobachtungen oder bei Sammelreisen in unbekannte Gebiete, so muß ganz planmäßig vorgegangen werden. Man teilt sich das Gebiet nach Beschaffenheit des Untergrundes und der Pflanzendecke in eine Anzahl Regionen (für Einzelheiten vgl. Dahl, Kurze Anleitg. z. wiss. Sammeln) und sucht diese möglichst zu verschiedenen Jahreszeiten der Reihe nach ab. Man fängt dabei zweckmäßig alles, was einem vorkommt und hebt die Beute jeder einzelnen Region gemeinsam auf. Aus der Verteilung der einzelnen Arten und der Zahl ihrer Vertreter lassen sich dann oft wichtige biologische Schlüsse ziehen. Sehr wichtig ist dabei natürlich eine genaue Etikettierung der Funde. Diese systematische Durchsuchung aller Geländeteile wird noch immer viel zu wenig geübt, daher weist selbst unsere deutsche Insektenfauna sicher noch zahlreiche Lücken auf.

V. Sammelzeiten.

Gelegenheit zum Insektensammeln ist das ganze Jahr über geboten, wenn auch die Quantität der Ausbeute sehr schwankt. Am reichsten sind naturgemäß die warmen Sommermonate, in denen auch das Pflanzenleben am höchsten entwickelt ist. Die beste Zeit für Käfersammler beginnt im April und Mai, erreicht den Höhepunkt im Juni und läßt dann ziemlich schnell nach. Schmetterlinge, Dipteren, Hymenopteren und Hemipteren sind am reichsten von Juni bis August-September vertreten, Juli bis September sind die Hauptmonate für Orthopteren.

Doch kann man auch zu anderen Zeiten reiche Beute machen, nur muß man geeignete Stellen aufsuchen. So sind im Frühjahr die ersten Blüten der Gärten, besonders aber die Kätzchen der Weiden der Sammelplatz zahlreicher Bienen- und Fliegenarten im Sonnenschein, in der Dämmerung werden sie von Schmetterlingen aufgesucht. Im Herbst bis Ende Oktober kann man Nachtschmetterlinge in Menge am Köder erbeuten, die man sonst kaum zu sehen bekommt, auch Laternenlicht zieht dann viele Tiere an, die man nicht selten am Tage in der Nähe der Lichtquelle versteckt sitzend finden kann. Im Herbst (vor dem Frost) verschafft das Sieben von Moos und Laub, bevorzugten Winterquartieren, reiche Beute, auch durch oberflächliches Aufgraben der Erde am Fuße von Bäumen, besonders vereinzelten, findet man manches wertvolle Tier. Bekanntlich haben die meisten Insekten nur eine kurze Lebenszeit als ausgebildete Imagines, die sich über den ganzen Jahreszyklus verteilt, gelegentlich folgen sich mehrere Generationen in einem Jahre. Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist natürlich für erfolgreiches Sammeln äußerst wichtig, ihre Darstellung würde aber den Rahmen dieses Aufsatzes weit überschreiten. Kennt man eine Gegend nicht, so sollte man wenigstens im Frühling, Sommer und Spätherbst alle Geländeformen je einmal absuchen, um einigermaßen einen Überblick zu erhalten.

Auch die Tageszeiten spielen natürlich eine wichtige Rolle. Die Mehrzahl der geflügelten Formen liebt das Sonnenlicht, man fängt sie also am besten in den hellen Mittags- und Nachmittagsstunden, besonders bei ruhigem Wetter — starker Wind ist für viele Grund, verborgen zu bleiben. Manche Hymenopteren, besonders die Raub- und Grabwespen, wählen für ihre Beutezüge die allerheißesten Mittagsstunden in schattenlosem Gelände, eine für den Sammler sehr unbequeme Eigenschaft. Auch viele Käfer (Laufkäfer und Bockkäfer) sind am lebhaftesten in der Mittagssonne. Ihnen stehen zahlreiche Dämmerungs- und Nachttiere gegenüber, vor allem die Heteroceren unter den Schmetterlingen, viele Käfer, Orthopteren (Ohrwürmer und Schaben, Laubheuschrecken). Meist sind es die Abenddämmerungsstunden, weniger die tiefe Nacht; die Flugzeit vieler solcher Tiere dauert nur wenige Stunden, und z. B. bei Fang mit dem Köder kann man von der Dämmerung bis Mitternacht eine ganz regelmäßige Ablösung erkennen. Die frühen Morgenstunden sind sehr wenig von Insekten belebt, erst wenn der Tau verschwunden ist, beginnen sie sich zu regen.

VI. Fang und Zucht von Larven.

Für viele Zwecke ist es notwendig oder vorteilhaft, Imagines zu züchten, sei es, daß man dadurch reinere Exemplare erhält, z. B. bei Schmetterlingen, oder daß das Fangen der fertigen Tiere vom Zufall abhängig ist, wie z. B. bei den meisten Parasiten. In vielen anderen Fällen sind Zuchtversuche sehr wünschenswert, um Aufschluß über den ganzen Lebenszyklus einer Form zu erlangen, der uns sehr oft noch unbekannt ist. Man sammelt zu diesem Zwecke entweder die Larvenstadien ein oder sucht die Imagines zur Eiablage zu bringen und züchtet vom Ei ab. Solche Zuchtversuche gewähren einen viel tieferen Einblick in die Lebensgewohnheiten der Insekten und sollten viel mehr unternommen werden, wenn sie auch dem Anfänger trotz großer Mühe oft Mißerfolge bringen. Pflanzenfressende Larven, also in erster Linie Schmetterlingsraupen, Blattwespenraupen und Käferlarven, erhält man entweder durch Ketschern oder Klopfen oder durch Absuchen der Futterpflanzen. Man muß dabei auf Fraßstellen am Laub achten, sind deren Ränder noch frisch, ohne braunen Saum, so ist die Larve meist nicht weit. Größere oder gesellig lebende Raupen verraten sich oft durch ihre charakteristischen zylindrischen, kannelierten Exkremente. Viele Eulenraupen verstecken sich tagsüber an oder in der Erde, sie müssen nachts mit der Blendlaterne gesucht werden. Oft findet man Larven oder Puppen zwischen

zusammengerollten oder versponnenen Blättern. Die sog. Kleinschmetterlinge haben z. T. Larven, die als Minierraupen in Blättern leben, ihre Gänge sind durch die braune oder gelbe Farbe im grünen Blatt leicht zu erkennen. Zahlreiche Arten leben auch in Blüten, Stengeln oder Wurzeln. Beim Sammeln achte man stets auf die Futterpflanzen, da viele Larven nur ganz bestimmte Pflanzenarten fressen. Am besten trägt man die Tiere mit der Futterpflanze ein, hebt diese ev. mit den Wurzeln aus, um sie zu Hause einzusetzen. Die im Innern von Pflanzen lebenden Larven müssen möglichst ungestört bleiben. Im Holz lebende Larven lassen sich, wenn sie nicht puppenreif sind, nur erhalten, wenn sie mit ihrem ganzen Wohnplatz eingetragen werden. Die in Mulm oder unter der Rinde lebenden dagegen lassen sich in Glas- oder Tongefäßen mit Holzteilen zu Hause weiterzüchten. Manche Raupen, die sog. Mordraupen, fallen ihre Artgenossen oder andere Raupen an, man sei also beim Einsammeln vorsichtig und sperre unbekannte Raupen, besonders wenn sie unbehaart und sehr lebhaft beweglich sind, ab.

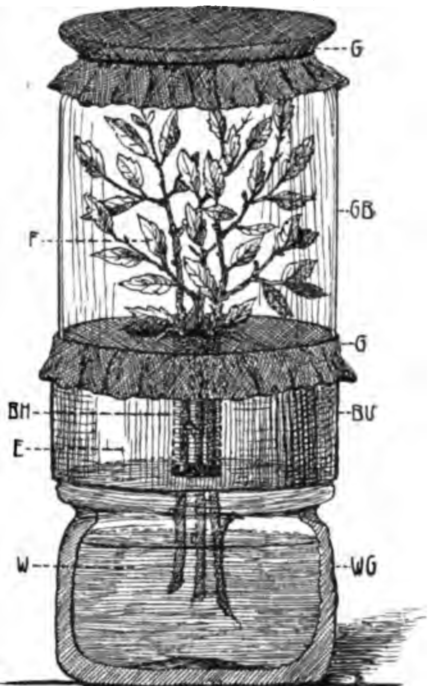


Abb. 104.
BH Blechhülse, *BU* Blechuntersatz, *E* Erde, *F* Futter, *G* Gaze, *GB* Glasbüchse, *W* Wasser, *WG* Wassergefäß.

Das Züchten der Raupen (und ebenso der übrigen blattfressenden Larven) geschieht am besten in Holzkästen. Ihre Höhe sei nicht unter 25 cm, Breite und Tiefe kann nach Bedarf wechseln, doch sind sehr große Kästen im allgemeinen unpraktisch, weil unübersichtlich und schwer zu reinigen. In Wände und Deckel des Kastens werden möglichst große Fenster geschnitten und mit Drahtgaze oder, für ganz kleine Raupen, mit engmaschiger Stoffgaze bespannt. Entweder richtet man den Deckel zum Abnehmen ein (weniger zu empfehlen, da viele Raupen den Deckel, speziell die Ecken zur Verpuppung aufsuchen) oder man bringt an der Seite eine in Angeln drehbare Tür an. Ihr feststehender Rahmen sei aber an den Seiten und oben mindestens 3 cm, am Boden mindestens 5 cm breit. Für die Reinigung ist es angenehm, wenn der Boden abnehmbar ist, aber nicht zum Einschieben wie bei Vogelbauern. In den Kasten bringt man die Raupen mit Zweigen ihrer Futterpflanze, niemals mit einzelnen Blättern. Das Futter stelle man in ein Fläschchen mit Wasser, dessen Mündung mit Watte oder Wachs verstopft wird, um das Hineinfallen von Raupen zu verhüten. Sehr zweckmäßig ist es, für das Zuchtgefäß einen Blechboden zu nehmen, der ein oder mehrere Löcher enthält. Durch diese werden die Futterpflanzen gesteckt, und das Gefäß auf einen Wasserkasten gestellt, so daß die Stiele eintauchen. Es wird dadurch gleichzeitig für eine feuchte Atmosphäre gesorgt, die fast stets förderlich ist (Abb. 104). Der Boden wird bei solchen Arten, die sich dauernd an den Zweigen aufhalten, einfach mit Fließpapier ausgelegt, zur bequemeren Reinigung. Bei Arten, die tagsüber versteckt leben, bringt man eine Schicht Erde, sauber und fein gesiebt, reichlich mit Sand vermischt, hinein oder legt Moos, Laub und Rindenstücke hinein. Beim Futterwechsel, mindestens einmal am Tage, stelle man die frischen Zweige neben die welkenden, so daß die Raupen selbst hinüberkriechen und nehme sie nur im Notfall mit Pinzette oder Pinsel ab. Das Futter darf niemals naß sein, da sonst leicht Krankheiten ausbrechen. Besondere Sorgfalt ist bei frisch geschlüpften Larven nötig, sie dürfen nicht unnötig berührt werden und brauchen stets tadellos frisches Futter. Die Zucht in Glasgefäßen ist im allgemeinen weniger praktisch, da das Glas durch die Atmung der Pflanzen und Tiere

leicht beschlägt, und in den Tropfen besonders junge Tiere leicht zugrunde gehen. Besser eignen sich Blechkästen, da in ihnen das Futter länger hält. Sie werden einfach mit einem Deckel verschlossen, der öfters gelüftet werden muß. Will man Raupen isolieren, so sind Zylinder von Drahtgaze sehr praktisch, die man sich einfach dadurch herstellt, daß man einen Gazestreifen von gewünschter Höhe zu einem Zylinder zusammenrollt, die einander zugekehrten Kanten zu einem Falz umbiegt, ineinander schiebt und festschlägt; sie werden einfach auf Sand über das Futterglas gestellt, oben ein Gazelappen ringsum angenäht und wie ein Tabaksbeutel zugeschnürt. Solche Zylinder kann man auch im Freien über die Futterpflanze stülpen oder man kann den Zweig, an dem die Tiere sitzen, in einen Gazebeutel einbinden, ebenso kann man auch Äste, in denen man Holzfresser vermutet, behandeln, um die ausschlüpfenden Imagines zu fangen.

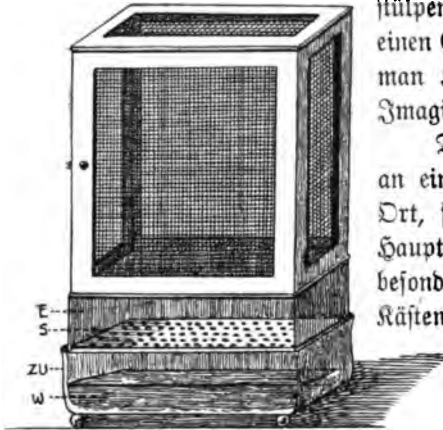


Abb. 105.
E Erde, *S* Sieb, *W* Wasser, *ZU* Blechuntersatz.

Die Raupenkästen erhalten ihren Platz am besten im Freien, an einem vor Regen und direkter, greller Besonnung geschützten Ort, sonst jedenfalls nahe am offenen Fenster, da frische Luft Hauptbedingung des Erfolges ist. Die nötige Feuchtigkeit muß besonders an heißen Tagen durch vorsichtiges Bespritzen der Kästen, aber nicht direkt der Raupen, erhalten werden.

Besondere Vorsicht ist während der Häutungen zu beobachten; jede Störung oder Berührung ist dann verderblich.

Zur Verpuppung, die sich oft durch Verfärbung, stets durch Aufhören des Fressens und unruhiges Umherlaufen anzeigt, bringt man die Tiere am besten in besondere Verpuppungskästen. Sie müssen für die Arten, welche sich im Boden verpuppen, mindestens 5 cm hoch saubere, klare, zur Hälfte mit Sand gemischte Erde enthalten, die durch öfteres Überbrausen feucht zu halten ist. Für die kokonspinnenden Formen stellt man trockene Äste hinein, gibt ihnen auch trockenes Laub, ev. Moos. Puppen müssen etwas feucht gehalten werden, am besten durch Bespritzen mit einem Zerstäuber, wie er für Zimmerblumen Verwendung findet, man sei aber vorsichtig, um Schimmelbildung zu vermeiden. Sehr praktisch ist es, auch den Puppenkasten auf einen Wasserboden zu stellen, man kann dann als Boden ein engmaschiges Drahtsieb (Durchschlag) nehmen (Abb. 105). Überwinternde Puppen werden in einem kalten, aber frostfreien Raum aufbewahrt, bedürfen außer gelegentlicher Anfeuchtung keiner weiteren Pflege. Die Wände des Puppenkastens, der auch Gazefenster zur Lüftung enthalten muß, bestehen aus rauhem, ungehobeltem Holz, an dem die ausschlüpfenden Tiere besser emporkriechen können. Frisch geschlüpfte Tiere dürfen mehrere Stunden lang nicht berührt werden, bis die Flügel völlig ausgebreitet und erhärtet sind.

Überwinternde Larven erhalten im Herbst in ihrem Kasten Erde und darauf Laub und Moos zum Verstecken. Der ganze Kasten wird dann im Freien an einem vor zu großer Nässe und besonders vor der Sonne geschützten Platz bis zum oberen Rande in der Erde vergraben und sich selbst überlassen. Kommen die Raupen im Frühjahr wieder zum Vorschein, so bedürfen sie in erster Linie Feuchtigkeit; fehlt ihr eigentliches Futter noch, so kann man sich in den meisten Fällen mit Salatblättern helfen, die übrigens auch von den meisten der schwer zu unterscheidenden Eulenraupen als Aushilfsfutter gern genommen werden.

Die in fleischigen Wurzeln lebenden Larven kann man unter Umständen dadurch erhalten, daß man in Möhren Löcher bohrt, die Tiere hineinbringt und wieder verschließt, darauf die Möhren in Erde einschlägt.

Holzfressende Larven muß man natürlich in Blech-, Glas- oder Tongefäßen züchten. Man bringt sie am besten in dem Material unter, in dem man sie gefunden hat, kann aber auch Sägespäne verwenden, auf die größere Holzstücke gelegt werden. Die Hauptschwierigkeit ist der richtige Feuchtigkeitsgrad. Beim Transport der frischgefangenen Tiere ist darauf zu achten, daß sie nicht zu lange unbedeckt der Luft ausgesetzt und nicht verletzt werden. Man hebe sie lieber gesondert von ihrem Wohnmaterial in kleinen Schachteln oder Glasröhren zwischen feuchtem Moos oder Gras auf. Für die ausschlüpfenden Imagines muß natürlich auch Gelegenheit zum Emporkriechen und zur Entwicklung geboten werden.

Für die Zucht der übrigen Larven, die im allgemeinen bedeutend schwieriger und mühsamer ist, lassen sich allgemeine Regeln kaum geben. Der Sammler muß sich bemühen, die Verhältnisse, unter denen er die Larve gefunden, nach Möglichkeit nachzuahmen. Viele Zuchten der Art lassen sich überhaupt nicht im Zimmer, sondern nur im Garten oder der freien Natur vornehmen, besonders bei Arten, die tiefe Gänge und Vorratskammern anlegen. Hierhin gehören z. B. die Mistkäfer und Totengräber, ferner die Erd- und Mörtelbienen und die so interessanten Raub- und Grabwespen. Die Mörtelbienen kann man vielleicht zur Annahme künstlicher Wohnstätten bewegen; so ist es Fabre u. a. gelungen, Osmiaarten zum Bauen in Glasröhren, an Stelle der gewohnten hohlen Stengel, zu bringen. Es ist gerade hier noch ein ungeheuer weites Feld für biologische Beobachtungen, dessen Bebauung, wenn sie auch viel Scharfsinn und Mühe erfordert, reiche Erfolge verheißt.

Die Auswahl der Nahrung für fleischfressende Larven, z. B. viele Käfer und Wanzen, macht keine Schwierigkeiten, da die Tiere fast alles annehmen, was sie überwältigen können. Neben Insekten und ihren Larven kommen vor allem kleine Schnecken in Betracht, auch Regenwürmer sind gut verwendbar. Viele Arten kann man auch an Fleischstücke gewöhnen. Als Notbehelf können saftige Früchte, Erdbeeren, Äpfel usw. für kurze Zeit dienen.

Besondere Bedeutung hat die Zucht für die parasitischen Insekten. Die Galleninsekten erhält man entweder dadurch, daß man gallentragende Zweige in Gaze einbindet, oder durch Sammeln reifer Gallen. Unreife abzupflücken hat für die Zucht keinen Zweck, da die Larven sicher zugrunde gehen. Die reifen Gallen, besonders die auf den im Herbst abfallenden Blättern, legt man in einen Gazekasten oder in einen zugebundenen Topf in lockerer Schicht und hebt sie etwas angefeuchtet im kalten Zimmer auf. Nach dem Ausschlüpfen der eigentlichen Gallenerzeuger hebe man das Material noch auf, da manche sog. Einmieter, d. h. Parasiten der Galleninsekten erst später erscheinen, ev. erst nach Jahren. Überhaupt ist bei allen Zuchten auf das sog. „Überliegen" Rücksicht zu nehmen, d. h. die Tatsache, daß sich gelegentlich das Ausschlüpfen weit über die normale Zeit verzögert. Schlupfwespen und andere in Tieren schmarotzende Formen gewinnt man durch Züchten der im Freien gefangenen Wirtstiere, wobei man natürlich zunächst auf den Zufall angewiesen ist. Gerade auf diesem Gebiet ist noch viel zu tun.

Das Züchten der im Wasser lebenden Larven geschieht am besten in großen Gläsern oder Glasaquarien, die zur Sauerstofflieferung und zur Ernährung der Pflanzenfresser mit Wasserpflanzen besetzt werden. Da sehr viele Wasserlarven (Dytisziden, Libellen, Wasserwanzen usw.) Räuber sind, so muß man sie isoliert züchten. Zu ihrer Ernährung dienen Mücken- und Ephemeridenlarven, Daphniden und andere kleine Wassertiere. Eine Durchlüftungseinrichtung ist dann, wenn die Pflanzen hinreichend Licht bekommen, nicht nötig. Sehr sorgfältig muß man darauf achten, daß das Wasser nicht verdirbt, alle toten Tiere und unverbrauchte Nahrung baldigst mit Pipette oder Heber entfernen. Larven aus fließenden Gewässern sind bedeutend schwerer zu züchten als die aus Teichen, solche aus schnell fließenden Gebirgsbächen

gehen fast stets zugrunde aus Mangel an Sauerstoff. Man muß für ihre Zucht eine Zirkulationsanlage schaffen, indem man Wasser in dünnem Strahl zufließen und durch einen Überlauf wieder abfließen läßt. Wenn man eine Anzahl Gläser durch U-förmige Heber verbindet, kann man den Wasserstrom für alle ausnützen, muß dann aber darauf achten, daß sich die Heber nicht verstopfen. Manche Larven haben außerdem die Gewohnheit, mit oder gegen den Strom zu wandern, was durch Überspannen der Heber mit Gaze verhindert werden kann. Wer in der Nähe fließender Gewässer wohnt, kann die Larven an Ort und Stelle züchten, indem er sie mit einem Drahtsturz überdeckt, der hinreichend tief in den Grund eingedrückt werden muß, um der Strömung zu widerstehen. Wenn man Wasserinsekten nach Hause transportiert, so packt man sie am besten in feuchtes Moos oder Wasserpflanzen, da das Wasser in einem Glase zu schnell verdirbt.

Unter den sozialen Hymenopteren erfreuen sich die Bienen einer ganz besonderen Pflege, deren Praxis hier nicht geschildert werden kann. Auch Wespen lassen sich züchten, wenn man das Nest einträgt und in einem Kasten so aufstellt, daß die Wespen durch ein Fenster ungehinderten Anflug haben. Sie gewöhnen sich dann leicht ein, selbst in der Großstadt. Ameisen werden in flachen, viereckigen Rahmen aus Holz, Gips oder Torf mit Glasdeckel gezüchtet, der für gewöhnlich bedeckt gehalten wird, aber nach Bedarf die Beobachtung gestattet.

Will man vom Ei ab züchten, so hat man zunächst oft große Schwierigkeiten, eine Kopula zu erzielen. Bei solchen Formen, die im Fliegen kopulieren, wie zahlreiche Dipteren und Hymenopteren, ist gar keine Aussicht. In anderen Fällen kann man durch Erhöhung der Temperatur, auch durch vorsichtige Anwendung von Alkohol, Kopula herbeiführen. Je naturgemäßer die Lebensbedingungen in der Gefangenschaft sind, desto besser sind die Chancen. Die Eiablage läßt man bei Schmetterlingen am besten in Schachteln vor sich gehen, die mit Fließpapier ausgelegt sind. Man kann dann das Papier mit den Eiern direkt in die Zuchtkästen übertragen. Ablösen der Eier von der Unterlage ist in der Regel unmöglich. Parasiten muß man mit ihrem Wirtstier bzw. ihrer Wirtspflanze in Berührung bringen, man wird bald bemerken, daß es Schwierigkeiten macht, sie zum Anstechen zu bringen, auch hier ist es nötig, möglichst natürliche Bedingungen zu schaffen, z. B. die Käfige sehr groß zu wählen, um den Tieren hinreichende Gelegenheit zum Fliegen zu geben. Oft können nur zufällige Beobachtungen im Freien den Weg zum Erfolg weisen, ein scharfer Blick und unermüdliche Geduld sind für diese interessantesten aller Zuchten die wichtigsten Hilfsmittel.

VII. Präparieren.

In den meisten Fällen wird für Sammlungs- und Museumszwecke die trockene Präparation bevorzugt, die eine bequemere Aufbewahrung und leichtere Übersicht der Objekte ermöglicht. Für anatomische Untersuchungen muß natürlich stets feuchte Aufbewahrung gewählt werden; sie wird auch häufig für Larvenentwicklungsserien usw. angewendet (s. u.). Auch manche sehr zarte und saftreiche Imagines lassen sich trocken kaum brauchbar konservieren (z. B. Blattläuse).

Die Trockenpräparation beginnt mit dem Nadeln. Dazu werden bei allen größeren Tieren die käuflichen Insektennadeln verschiedener Stärke, je nach der Größe des Tieres verwendet. Die Stelle, wo die Nadel durchgeführt wird, ist bei den einzelnen Gruppen verschieden. Lepidopteren, Dipteren, Hymenopteren, Neuropteren, Orthopteren werden durch den Thorax genadelt. Vielfach findet man die Gewohnheit, genau die Mittellinie zu wählen, da aber prinzipiell vermieden werden sollte, durch die Nadelung irgendwelche unpaare Kennzeichen zu zerstören, so sollte stets in der rechten Thoraxhälfte eingestochen werden. Koleopteren werden durch die Mitte des rechten Deckflügels genadelt, Hemipteren meist durch

die Mitte der harten Hälfte des rechten Deckflügels. Stets ist darauf zu achten, daß die Nadel senkrecht von oben nach unten durchgeführt wird, auch sollten die Präparate annähernd in gleicher Höhe an der Nadel sitzen.

Das Nadeln bietet im allgemeinen keine großen Schwierigkeiten. Empfindliche Objekte müssen auf eine weiche Unterlage gebracht und vorsichtig mit Fingern oder Pinzette in der richtigen Stellung festgehalten werden. Manche Käfer, z. B. die Rüßler, haben sehr harte Flügeldecken, durch die feine Nadeln schwer durchdringen, dann kann man ev. mit einer stärkeren Stahlnadel ein Loch vorbohren. Zum Nadeln müssen die Tiere gut weich sein, sind also ev. vorher unter die Weichglocke zu bringen; ganz empfindliche Sachen sollten direkt nach dem Abtöten genadelt werden. Für ganz kleine und zarte Objekte (Mikrolepidopteren, kleine Trichopteren und Dipteren) verwendet man kurze, feine Stahlstifte, sog. Minutienstifte, von etwa 15 mm Länge. Zu ihrer Handhabung braucht man Einsteckpinzetten, gerade oder vorn hakenförmig umgebogene, an den Innenflächen der Spitze geriefte Instrumente. Zum Spießen mit Minutienstiften kann man sich ein sehr praktisches Kissen auf folgende Weise herstellen. Von den in Uhrenfurniturenhandlungen käuflichen Hollundermarkzylindern feilt man eine Anzahl mit der Schlichtfeile vierkantig und verbindet sie durch quer durchgesteckte Nadeln, bis man ein Viereck von etwa 8 cm Seitenlänge hat. Dann wird ein zweites derartiges Viereck hergestellt und mit dem ersten durch Nadeln verbunden. Diese Hollundermarkplatte wird dann in einer Zigarettenschachtel in Gips eingeschlossen, so daß nur eine Oberfläche frei bleibt, diese mit Stoff überspannt und die Ränder umklebt. Zum Spießen legt man die Objekte mit dem Rücken auf die Platte und führt die Nadel vorsichtig in die rechte (von unten linke) Thoraxhälfte ein, so daß sie nur eben oder gar nicht auf dem Rücken hervorragt. Die Minutiennadeln können dann auf Kartonpapier gespießt werden mit Hilfe eines mit mehreren Löchern versehenen Brettes, wie es Abb. 106 zeigt. Die konvergierenden Linien geben die Lage des vom Papier verdeckten Loches an. Andere kleine Insekten, speziell Käfer, werden überhaupt nicht gespießt, sondern aufgeklebt. Man verwendet dazu verschieden geformte Stücke festen, weißen, bzw. schwarzen Kartonpapiers, wie es Abb. 107 Fig. 1—15 zeigt. Mit einem möglichst kleinen Tropfen Leim werden die Tiere mit der Unterseite des Thorax oder dem Ende des Abdomens angeheftet und vorsichtig festgedrückt. Als Leim kann man Gummiarabikum oder kölnischen Leim, in konzentrierter Essigsäure gelöst, mit etwas Zuckerzusatz zur Verminderung der Sprödigkeit, verwenden. Auf den viereckigen Stücken ruhen die Präparate vollständig auf, bei den spitz zugeschnittenen soll ein möglichst großer Teil des Körpers frei überstehen, was für die Besichtigung systematisch wichtiger Charaktere der Unterseite von großer Bedeutung ist. Von diesem Gesichtspunkt ist es das Zweckmäßigste, den Pappstreifen von der Seite unterzuschieben, so daß er zwischen Vorder- und Mittelbeinen herausragt und Kopf und Abdomen völlig frei bleiben. Hat man viel Material von einer Art, so kann man auch einige mit dem Rücken nach unten aufkleben, ebenso wie es sich empfiehlt, bei größeren Formen, deren Unterseite zur Bestimmung wesentlich ist, einige Exemplare umgekehrt zu nadeln. Stets soll man erst aufkleben und dann die Kartonstücke aufnadeln. Besonders wertvolle Sachen sowie Präparate einzelner Körperteile kann man auch in Klappkapseln einschließen, zusammenklappbare Pappstückchen, deren korrespondierende Ausschnitte von dünnen Deckglasstücken verschlossen werden. Durch eine Insektennadel, die an der offenen Seite

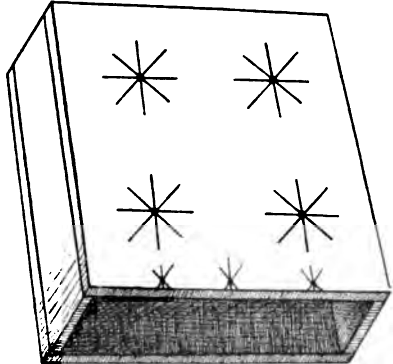


Abb. 106.

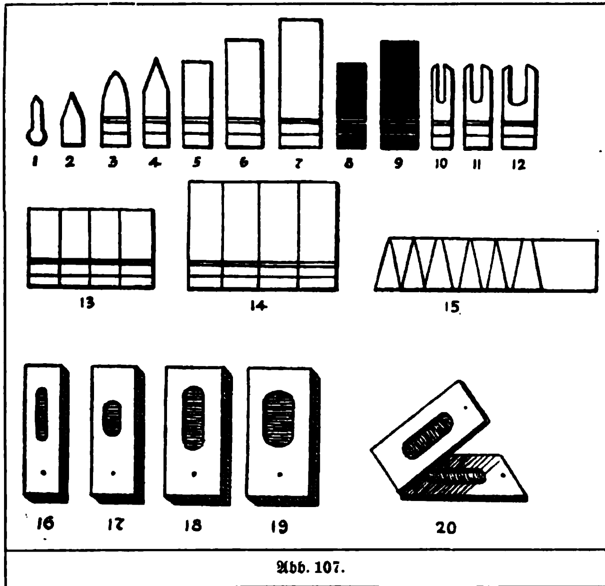


Abb. 107.

durch beide Hälften gesteckt wird, läßt sich die Kapsel bequem schließen und das Präparat kann beliebig von oben oder unten betrachtet werden (Abb. 107 Fig. 16—20).

Auf das Nadeln folgt die eigentliche Präparation. In vielen Fällen, besonders bei Käfern, Fliegen und Hymenopteren, beschränkt sie sich darauf, die Körperanhänge in übersichtliche und gefällige Stellung zu bringen. Die Tiere werden dazu auf eine weiche Unterlage (Torfplatte) gesteckt, die Beine mit Pinzette oder vorn umgebogener Nadel unter dem Körper vorgezogen, die Vorderbeine nach vorn, Mittel- und Hinterbeine nach hinten gerichtet. Auch die Fühler werden in ganzer Länge sichtbar gemacht und möglichst symmetrisch gestellt. Durch nebengesteckte Nadeln werden widerstrebende Teile in ihrer Stellung festgehalten. Der Pelz behaarter Tiere wird mit einem weichen Pinsel in Ordnung gebracht (besonders nötig bei naß konservierten oder aufgeweichten Tieren), beschmutzte Exemplare mit Wasser, Alkohol oder Benzin abgewaschen.

Eine besondere Behandlung erfordern in den meisten Fällen die Flügel. Die geäderten echten Flugapparate werden horizontal ausgebreitet, gespannt. Ausnahmen davon machen die Hinterflügel der Koleopteren und Hemipteren, die gewöhnlich unter den Deckflügeln zusammengefaltet belassen werden. Auch bei Dipteren und Hymenopteren begnügt man sich jetzt meist damit, die Flügel so zu stellen, daß ihre systematisch wichtige Äderung erkannt werden kann. Bei den übrigen Ordnungen erfolgt das Ausbreiten der Flügel mit Hilfe eines Spannbrettes, bestehend aus zwei glatten, schwach gegeneinander geneigten Brettern, zwischen denen sich eine Rinne befindet. Zweckmäßig richtet man diese zum Einstecken der Nadel des Präparates mit Torf ausgelegte Mittelrinne für verschiedene Weiten ein, was mit Hilfe einer an einem der Seitenbretter angebrachten Stellschraube leicht erreichbar ist. Die Seitenbretter müssen aus weichem Holz, ihre Oberfläche völlig glatt sein, zur genauen Regulierung der Flügellage kann man sie mit senkrecht zur Mittelrinne symmetrisch liniiertem Papier bekleben. Das zu spannende Objekt wird in die Mittelrinne eingesteckt und so tief heruntergeschoben, daß die Flügelwurzeln in gleicher Höhe mit der Oberfläche der Seitenbretter stehen. Sind die Flügel nach unten geschlagen, was besonders bei Nachtfaltern häufig passiert, so werden sie durch schräg daruntergeschobene Nadeln vorsichtig auseinandergedrängt und der Körper allmählich tiefer geschoben, bis sie auf den Seitenbrettern aufliegen.

Das Ausbreiten der Flügel geschieht mit Präpariernadeln, die man sich am besten selbst herstellt, indem man in einen runden Holzgriff eine Nähnadel mit dem stumpfen Ende einsteckt. Man hakt mit der Spitze der Nadel hinter die Flügelrandader und schiebt den Flügel vorsichtig nach oben, bis er die gewünschte Lage erreicht hat. Der Flügel soll dabei nicht durchstochen werden, doch ist in schwierigen Fällen ein kleines, fast unsichtbares Loch weniger gefährlich, als wenn durch mehrmaliges Zurückschnellen des Flügels die Beschuppung leidet.

Sind die Oberflügel ein Stück vorgeschoben, so zieht man die Unterflügel, soweit sie nicht von selbst folgen, nach, und wiederholt diese Prozedur unter Umständen mehrmals, bis die gewünschte Stellung erreicht ist. Zieht man die Vorderflügel gleich zu stark an, so springen die Hinterflügel leicht unter ihnen vor und sind dann schwer wieder zurückzubringen.

Das Festhalten der Flügel geschieht durch Spannstreifen aus Pausleinwand oder Pauspapier, deren Breite sich nach der Flügelbreite des Objekts richtet. Sie sind in verschiedenen Breiten als fertige Rollen im Handel, man kann sie aber auch leicht selbst aus dem Stück schneiden. Man befestigt zunächst den Streifen am oberen Ende des Bretts, hat man den Vorderflügel emporgeschoben, so überdeckt man ihn mit dem parallel zur Mittelrinne gelegten Streifen und befestigt ihn durch Einstechen einer Spannadel dicht vor seinem Vorderrande. Ist das Präparat in der richtigen Lage, so wird hinter dem Hinterflügel der Streifen durch eine zweite Nadel definitiv festgehalten. Da die eigentlichen Spannstreifen meist nicht die ganze Flügelfläche bedecken (was an sich das beste ist), wird über den Rest ein weiteres Pauspapier gesteckt, um alle Faltungen und Unebenheiten auszugleichen. Manche empfehlen, statt dessen Glasplatten auf die Flügel zu legen, was aber weniger zweckmäßig erscheint, da es absolut ruhige Aufbewahrung der Spannbretter während des Trocknens verlangt. Zweckmäßig ist, über die Seitenbretter des Spannbrettes weißes, ev. liniiertes Papier zu spannen, von dem sich die Flügel scharf abheben, so daß sie auch unter dem Spannstreifen gut zu erkennen sind.

Die Größe der Spannbretter richtet sich nach der der zu spannenden Objekte; für ganz kleine Tiere verwendet man besondere Minutienbretter von 4—5 cm Breite und etwa 2 mm breiter Mittelrinne, die zum Einstecken der Stahlstifte mit Hollundermark ausgelegt ist.

Ein sehr wesentliches Erfordernis beim Spannen ist, daß die Tiere völlig weich sind; kann man also nicht die frisch abgetöteten Tiere spannen (Zyankaliwirkung s. S. 163), so bringt man sie unter die Weichglocke, eine Butterglocke, die fest über einen Teller mit nassem Sand gestülpt ist. In den Sand werden die aufzuweichenden Tiere gesteckt, doch so, daß ihn der Körper bzw. die Flügel nicht berühren, gut ist daher, eine Gazeschicht über den Sand zu legen. Je nach Größe und Härte müssen die Tiere 2—24 Stunden unter der Glocke verweilen. Man kann auch einfach eine Glasbüchse mit Korkstopfen nehmen, in die man feuchte Watte tut.

Das Spannbrett mit den fertigen Präparaten wird an einen trockenen, vor Staub und tierischen Angriffen geschützten Platz (Schrank) gestellt, bis die Flügel völlig hart geworden sind, was je nach Größe und Temperatur etwa 4—20 Tage dauert. Ist der Hinterleib beim Berühren mit der Spannadel völlig hart und unbeweglich, so sind für gewöhnlich auch die Flügel genügend trocken. Bei einigen Tieren, speziell Trichopteren, kommt es übrigens vor, daß sich die Flügel später trotz exakter Präparation noch senken. Dem kann man dadurch vorbeugen, daß man unter die Flügelwurzeln ein Tröpfchen Leim bringt. Außer den Flügeln sind natürlich bei derartigen Objekten auch Beine, Fühler usw. in der oben angegebenen Weise zu behandeln, besonders auch durch einen untergeschobenen Wattebausch dafür zu sorgen, daß das Abdomen sich nicht senkt.

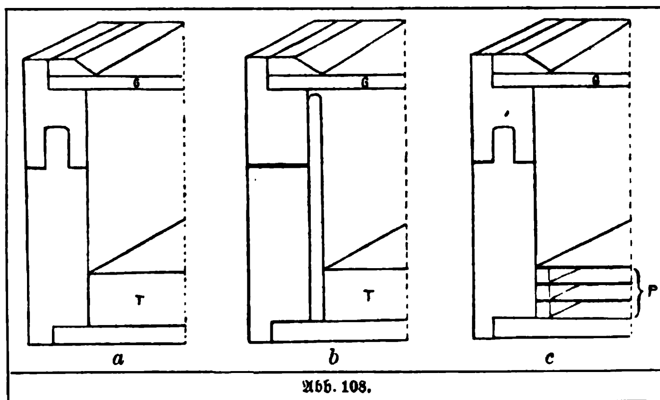


Abb. 108.

Auch die Tiere, welche nicht gespannt zu werden brau-

chen, müssen zunächst gründlich trocknen, ehe sie in den Sammlungskasten eingereiht werden, sonst können sie durch Fäulnis und Schimmelpilze zugrunde gehen und dabei auch die übrige Sammlung gefährden. Selbst dickleibige Tiere trocknen bei richtiger Behandlung völlig aus, nur bei großen Orthopteren (Heuschreckenweibchen) ist es ratsam, sie auszunehmen. Man schneidet dazu mit spitzer Schere den Hinterleib an der Bauchseite auf, aber nicht bis zum Ende, und zieht mit der Pinzette die Eingeweide heraus. Dann wird die Höhlung mit Watte ausgestopft und der Hinterleib auf dem Spannbrett in die richtige Lage gebracht; die Haut schließt sich dann meist ohne weitere Behandlung fast vollständig, sonst kann man durch vorsichtiges Umschnüren nachhelfen. Die gleiche Behandlung empfiehlt sich für manche Libellen, da dann die Farben beim Trocknen besser erhalten bleiben, sowie für die Weibchen der Ölkäfer (Meloë).

Die fertig präparierten Tiere kommen in die Sammlungskästen. Bei ihnen ist der Hauptwert auf luftdichten Abschluß zu legen; Zigarrenkisten oder Pappkästen sollten also höchstens provisorisch Verwendung finden. Man verwendet am besten Holzkästen, wie sie von allen größeren Naturalienhandlungen zu relativ billigen Preisen angeboten werden. Abb. 108 zeigt verschiedene Modelle. Der abnehmbare Deckel kann entweder ganz aus Holz sein oder eine Glasscheibe enthalten, was meist vorzuziehen ist, denn das häufige Öffnen hat gerade bei exakt schließenden Kästen durch den plötzlichen Luftstrom seine Gefahren. Er läuft entweder in einfachem Falz oder in Nute und Feder. Abhebbare Deckel schließen sicherer als Schiebedeckel. Der Boden wird gewöhnlich mit Torf ausgelegt und mit weißem Papier überspannt. Sehr sauber und praktisch, weil sie den bei längerer Benutzung von Torfkästen unumgänglichen Staub vermeidet, ist die Papierauslage (Abb. 108 P). Ein Bogen starken weißen Papiers wird auf ein genau zugeschnittenes Holzrähmchen geklebt und dies durch ein paar Stifte in der Mitte der Seiten des Kastens befestigt, solange das Papier noch feucht ist, damit es sich beim Trocknen nicht verziehen kann. Darüber bringt man ein zweites Rähmchen und darauf noch ein drittes. Die Ränder des obersten werden schließlich mit weißem Papier umklebt. Sind die Rahmen gut gespannt, so hält eine Nadel, die alle Papierlagen durchbohrt, völlig fest.

Gelegentlich sieht man auch Kästen mit Glasböden. Die Objekte müssen dann auf einzeln festgeleimte Korkstückchen oder schmale Kork- bzw. Torfleisten gesteckt werden. Solche Kästen haben natürlich den Vorzug, daß man die Tiere ohne weiteres auch von der Unterseite betrachten kann, sind dafür aber bedeutend zerbrechlicher und nur für Schausammlungen geeignet, in denen die Objekte lange unberührt verbleiben.

Eine besondere Schwierigkeit ist bei allen Insektensammlungen das Fernhalten von Schädlingen. Ein Mittel, das man dauernd in den Kästen aufbewahren könnte und das sicher alle Feinde fernhält, existiert nicht. Auch das meist angewandte Naphthalin, das als Kugeln zum Einstecken oder besser in Gläschen oder Zelluloidkapseln in den Handel kommt, reicht nicht immer aus. Das Wichtigste ist, luftdichter Verschluß und möglichste Vermeidung von Infektion durch Einbringen nur sauberer, tadellos getrockneter Stücke. Zeigen sich trotzdem Spuren von Zerstörern, Häufchen von Bohrmehl unter einzelnen Tieren oder abgeworfene Larvenhäute in den Kastenecken, so hilft am besten Schwefelkohlenstoff. Man bringt dazu den geöffneten Kasten in ein luftdicht schließendes Gefäß und setzt ihn darin für mehrere Stunden den giftigen Dämpfen aus, oder man stellt Schälchen mit der Flüssigkeit in die Kästen. Schwefelkohlenstoff ist feuergefährlich. Jeder Sammler muß seine Kästen dauernd unter Kontrolle haben, um bei Gefahr sofort diese Gegenmaßregel anzuwenden.

Natürlich wird der Sammler, besonders bei seltenen Objekten, auch gelegentlich zu Reparaturen gezwungen, besonders Ansetzen abgebrochener Beine und Fühler ist häufig nötig. Man kann dazu Gummiarabikum, Gummitragant oder jeden anderen durchsichtigen flüssigen Leim verwenden.

Der Erfolg solcher Reparaturen hängt natürlich weitgehend von der individuellen Geschicklichkeit ab, gar manches Mal hat man bei Kauf oder Tausch Gelegenheit, sich von hervorragenden Leistungen auf diesem Gebiet zu überzeugen. Eine häufig erforderliche Reparatur ist das Entfetten ölig gewordener Tiere. Dieser Schaden tritt besonders bei im Holz lebenden Insekten leicht ein. Man legt dann entweder die ganzen Tiere in Benzin oder Xylol oder bei Schmetterlingen bricht man vorsichtig den öligen Hinterleib ab und leimt ihn nach der Reinigung wieder an. Die Dauer des Benzinbades, das ev. gewechselt werden muß, richtet sich nach Größe und Fettgehalt des Objektes, nach der Reinigung verdunstet es sehr schnell, und man hat nur die Haare wieder in Ordnung zu bringen.

Von größter Bedeutung für eine sachgemäß geführte Sammlung ist die richtige Etikettierung. Vor allem sollte jedes Stück den Namen des Sammlers sowie Ort und Datum des Fanges enthalten, da es nur dann für wissenschaftliche Zwecke brauchbar ist. Zu der Anordnung folgt man wohl stets der systematischen Reihenfolge. Für die größeren Insektengruppen, besonders Käfer und Schmetterlinge, erhält man die fertig nach dem System bedruckten Etiketten für billigen Preis käuflich. Bei Anlage einer umfassenden Sammlung empfiehlt es sich von vornherein, für alle deutschen (bzw. paläarktischen), ev. auch nur die im betr. Gebiet nachgewiesenen Formen Etiketten einzustecken und entsprechenden Platz zu lassen, so daß man allmählich die Lücken ausfüllen kann, ohne umstecken zu müssen. Natürlich erfordert dies Verfahren zu Anfang eine größere Ausgabe für Kästen, bewährt sich aber ausgezeichnet. Von jeder Spezies sollte mindestens ein Paar vorhanden sein, bei variablen Arten suche man möglichst Reihen zwischen den extremen Formen zu erlangen. Verwendet man nur genau gleich große Kästen, so kann man bei starkem Anwachsen der Sammlung durch Einschieben eines Kastens abhelfen, ohne allzuviel umstecken zu müssen. In größeren Sammlungen, die auch Exoten umfassen, ist es sehr praktisch, die Herkunft durch verschieden gefärbte Zettel für jeden Erdteil sichtbar zu machen. Größere Sammlungen werden am besten in Schränken aufbewahrt, in jedem Falle ist es wichtig, Kästen mit Glasdeckel vor Licht zu schützen, da sonst viele Farben, besonders bei Schmetterlingen, ausbleichen. Es gibt im Handel jetzt Sätze von Kästen, die nach Art der Soenneckenschen Bücherschränke allmählich aufgebaut werden können.

Die feuchte Präparation wird, wenigstens von Privatsammlern, sehr viel seltener angewendet, hat aber, besonders für wissenschaftliche Zwecke, ihre großen Vorzüge, da viele körperliche Merkmale auf diese Art besser erhalten bleiben. Als Aufbewahrungsflüssigkeit kommt eigentlich nur Alkohol von 80% in Betracht, da Formol die Tiere zu spröde macht. Die Präparate werden in zylindrischen oder rechteckigen Glasgefäßen aufbewahrt, ganz kleine Objekte kommen in Glasröhrchen. Um zu vermeiden, daß die Tiere im Glase zu Boden sinken und schlecht zu betrachten sind, kann man sie an einen Seidenfaden binden, der an einer hohlen, auf der Flüssigkeit schwimmenden Glaskugel oder an einem quer in den Rand des Gefäßes geklemmten Holzstab befestigt ist. Man kann sie auch an einer Glastafel, die dunkel gefärbt sein kann, festschnüren oder mit Photoxylin festkleben. Photoxylin ist in Äther gelöst, man nimmt zum Aufkleben das Tier aus dem Alkohol, trocknet es oberflächlich an der Klebstelle ab und drückt es dann mit einem Tropfen Photoxylin auf die Glasplatte. Durch Verdunstung des Äthers erhärtet das durchsichtige Photoxylin sehr schnell. Die Technik der Anfertigung anatomischer Präparate, die fast ausschließlich in Alkohol aufbewahrt werden, kann hier nicht im einzelnen besprochen werden.

Präparation von Larven. Biologische Präparate. Die Präparation der Larven und sonstigen Entwicklungsstadien erfolgt meist in Alkohol, die hauptsächlichste Ausnahme bilden die Raupen und Puppen der Schmetterlinge. Puppen werden mit Chloroform oder

Zyankali abgetötet und einfach getrocknet, die Raupen dagegen müssen entleert und aufgeblasen werden. Man legt zu dem Zweck die frisch getötete Raupe, bzw. sonstige Larve auf eine glatte, nicht zu harte Unterlage, z. B. Fließpapier, und drückt vorsichtig und gleichmäßig mit den Fingern zunächst etwa von der Mitte, später vom Kopf her gegen den After hin. Die Eingeweide treten dann meist heraus, auch ohne daß man durch einen kleinen Einschnitt nachzuhelfen braucht. Den ausgestülpten Enddarm schneidet man so ab, daß einige Millimeter am Körper bleiben, als Handhaben beim Aufblasen. In den völlig ausgedrückten (aber ja nicht gequetschten!) und gereinigten Balg wird nun durch die Afteröffnung eine feine Glasröhre eingeführt, um welche das vorstehende Darmende mit einem Faden festgebunden oder mit einer Klammer festgehalten wird, wie Abb. 109 zeigt. An das Glasrohr wird ein Druckgebläse angeschoben, durch das der Balg unter gleichmäßigem Druck aufgeblasen werden kann. Dabei wird er in einem kleinen Ofen über einer durch eine Spirituslampe erwärmten Metallplatte getrocknet; im Notfall genügt auch eine Ofenröhre oder ein heißes Bügeleisen. Je gleichmäßiger die Wärme und der Druck sind, desto besser gelingen die Präparate, man erhält die natürliche Form des Tieres und kann ihm sogar seine charakteristische Stellung geben, wobei man durch einen entsprechend gebogenen, in den nassen Balg eingeführten Draht nachhelfen kann. Die natürlichen Farben zu erhalten, gelingt dagegen bei Raupen keineswegs immer, auch das Hilfsmittel, durch gefärbte Füllung (Lykopodium) die Farbe wiederherzustellen, versagt meist, besser ist in schweren Fällen immer noch (natürlich nur für Schausammlungen), durch vorsichtiges Anmalen nachzuhelfen. Auch Ausspritzen mit Farblösungen wird empfohlen. Der fertig getrocknete Balg wird mit Hilfe eines Strohhalmes oder Zweigchens, das in die Afteröffnung eingeführt und, wenn nötig, mit etwas Leim befestigt wird, aufgesteckt oder direkt mit der Unterseite an einen Ast festgeklebt. Das gute Gelingen derartiger Präparate erfordert eine bedeutende Technik. Die übrigen Larvenarten werden zur Trockenpräparation in prinzipiell gleicher Weise behandelt.

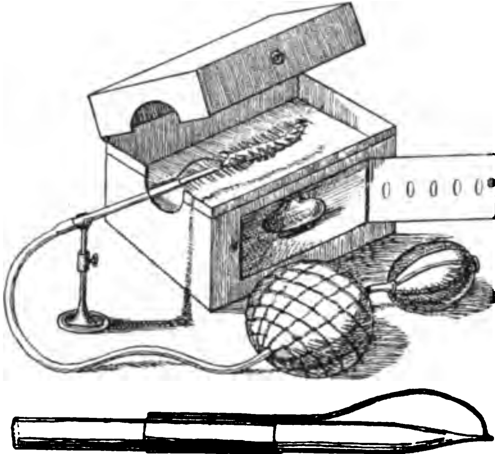


Abb. 109.

Hauptsächliche Verwendung findet diese Methode zur Herstellung sog. biologischer Präparate, wie sie besonders für Schulzwecke sehr beliebt und wichtig sind. Man versteht darunter die Darstellung des ganzen Entwicklungszyklus einer Art, oder wenigstens charakteristischer Episoden, in möglichst naturgetreuen Verhältnissen. Es handelt sich dabei also nicht nur um die Präparation der Insekten, sondern auch ihrer Umgebung, spez. von Pflanzenteilen; dies kann aber hier nicht besprochen werden.

Ein vollständiges biologisches Präparat soll Eier, Larven in verschiedenen Entwicklungsstadien, Puppe und beide Geschlechter der Imago umfassen. Wichtig ist vor allem die Berücksichtigung der biologischen Verhältnisse, charakteristische Aufenthaltsorte und Stellungen aller Stadien, Fraßbilder, Bauten der Larven, Gespinste der Puppen, Schmarotzer usw. Eine besondere Bedeutung haben diese Präparate für die Darstellung parasitisch lebender Formen, Schlupfwespen mit ihren Wirtstieren, Grabwespen mit Bauten für die Larven, Gallinsekten mit den von ihnen erzeugten Mißbildungen. Ein wichtiger und instruktiver Gegenstand sind endlich die Verhältnisse sozial lebender Insekten, speziell die Bauten der Bienen, Wespen, Hummeln und Ameisen. Auch für derartige Aufgaben lassen sich allgemeingültige kurze Ratschläge kaum geben, und jeder ist auf eigene Beobachtung und Geschicklichkeit angewiesen.

Literaturverzeichnis.

I. Handbücher über Sammeltechnik.

1. Dahl, Fr., Kurze Anleitung zum wissenschaftl. Sammeln u. z. Konservieren von Tieren. 2. Aufl. 1908. 143 S. G. Fischer, Jena.
2. Hinterwaldner, Joh. M., Wegweiser für Naturaliensammler. 663 S. 321 Fig. 1889 A. Pichlers Wwe. u. Sohn, Wien. Ausgezeichnet, obwohl in mancher Hinsicht veraltet, zurzeit leider vergriffen.
3. Kammerer, P., Das Terrarium u. Insektarium. 210 S. Theod. Thomas, Leipzig.
4. Voigt, M., Praxis d. naturkundl. Unterrichts. 282 S. Dieterich, Leipzig 1909. Erscheint jetzt neu als: Praxis der Naturkunde. I. Bd. erschien, II. im Erscheinen.

Für die einzelnen Insektengruppen finden sich außerdem die nötigen Anweisungen mehr oder minder ausführlich in jedem größeren Bestimmungsbuche.

II. Zeitschriften.

1. Berliner Entomologische Zeitschrift. Herausg. vom Berliner Entom. Verein.
2. Deutsche Entomologische Zeitschr. Herausg. v. d. Deutsch. ent. Ges. Berlin.
3. Entomologische Mitteilungen. Herausg. v. Deutsch. National-Mus. Berlin.
4. Wiener entomologische Zeitchr. Wien.
5. Zeitschr. f. wissenschaftl. Insektenbiologie. Herausg. von H. Stichel, Berlin-Schöneberg.
6. Entomologische Rundschau, mit Insektenbörse u. Societas entomologica. Herausg. von R. Grünberg, Berlin.
7. Entomologische Zeitschrift Guben. Organ des Internat. Entom. Bundes.
8. Entomologische Zeitschrift Frankfurt a. M. Organ d. Intern. Entom. Vereins.
   6—8 wichtig als Tauschorgane.
9. Isis, allg. Deutsch. naturhist. Zeitschr. Herausg. v. d. Ges. Isis Dresden.
10. Stettiner Entom. Zeitschr. Herausg. v. Entom. Verein Stettin.
11. Zeitschr. f. Entomologie. Herausg. v. Ver. f. schlesische Insektenkunde, Breslau.
12. Entomologische Jahrbücher. Herausg. v. O. Krancher, Leipzig.

III. Zoologische (entomologische) Handlungen.

1. Abel, Franz, Leipzig-Schl., Könneritzstr. 104.
2. Böttger, A., Berlin C 2, Brüderstr. 15.
3. Schlüter, W., Halle a. S., Ludwig Wuchererstr. 9.
4. Winkler u. Wagner, Wien XVIII, Dittesgasse 11.

Fundplätze, Fang und Transport der Weich- und Wirbeltiere.

Von Dr. Paul Kammerer, Privatdozent an der Universität Wien.

Wer Weichtiere (Mollusken) sammeln will, bedarf dazu nur weniger Gerätschaften. Wie ich denn überhaupt darauf bedacht sein will, das Instrumentarium möglichst einfach zu fordern, — es kommt erfahrungsgemäß nicht mehr heraus bei vielen komplizierten Fang- und Transportapparaten, die dann meist Ballast darstellen. Auf die Bekleidung des Sammlers dehne ich im allgemeinen meine Ratschläge nicht aus; nur vereinzelte derartige Winke, die mit Fang oder Transport unmittelbarer zu tun haben (Handschuhe, Badeschuhe als Schutz gegen Verletzungen, Taschen u. dgl.), werden eingeflochten.

1. Netze: das wirklich notwendigste Fanggerät für Wasserschnecken und Muscheln ist a) ein Ketscher oder Hamen (kleines Netz), ähnlich einem Schmetterlingsfänger, aber mit seichterem, in geblähtem Zustande etwa halbkugelförmigem, zweizipfeligem Beutel aus gutem, engmaschigem, aber dem Durchfließen des Wassers keinen Widerstand entgegensetzendem Straminstoff oder Kanevas; der Beutel ist auf starken Bügel aus verzinntem Eisendraht von 30 cm Durchmesser aufgezogen, der höchstens zweimal (nicht viermal wie beim Netz für Fluginsekten) zusammenklappbar sein soll, da sonst die Festigkeit leidet, deren man sehr bedarf, wenn es sich darum handelt, tief in den Grund zu stoßen und das Netz mit schwerem Schlamm gefüllt wieder emporzuziehen. Ein Haftsystem, das die Befestigung des Bügels an jedem beliebigen, nicht allzu dicken Spazierstock, ja zur Not am Schirm schnell und sicher gestattet (jede Naturalienhandlung hält solche Systeme auf Lager), ist Schraubensystemen bei weitem vorzuziehen, wo nur ein bestimmter Stock, der meist zu gelegener Zeit entzweibricht, dessen Spitze immer erst abgeschraubt werden muß, aber meist bald verloren geht, verwendet werden kann; überdies lockert sich leicht das Netz, wenn man es entgegen der Schraubrichtung gebraucht, das Gewinde verrostet oder verstopft sich mit Schmutz.

Neben dem Ketscher, der jede zu Gewässern führende Exkursion zu begleiten hat und als ebenso unentbehrlich gleich für das Haschen kleiner Wasserwirbeltiere angemerkt sei, stiften bei besonderer Gelegenheit noch folgende Netzarten großen Nutzen: b) das Schlepp- oder Scharrnetz (Dredge oder Nordsee-, Muscholiere der Adriafischer), „ein Netzsack aus Rebschnüren mit Maschenweite von etwa 8 cm, der am Grund hingeschleift wird. Da die Unterkante der oblongen Netzöffnung mit Bleistücken beschwert ist, während die obere Seite durch Korke schwebend erhalten wird, so sinkt ein solches Netz rasch auf den Grund, und beim langsamen Fahren mit Segel oder Ruder wird dann der Netzbeutel über den Boden hingezogen. Dabei rasiert das bleibeschwerte Untersimm alles auf dem Grunde Befindliche ab, und das Material wird vom Netzsack aufgenommen" (Cori). Die untere Kante des rechteckigen oder halbelliptischen, etwa 1 m langen Netzrahmens kann entweder als Kratzeisen zugeschärft sein, dann ist seine Wirkung, wie beschrieben; ist das Untersimm nicht kantig, sondern rund, so läßt es sich besser über Hindernisse hinwegziehen, nimmt aber nicht alles auf. Je nach Beschaffen-

heit des Gewässergrundes (nachgiebiger Sand oder Felsblöcke) sollte daher bald die eine, bald die andere Längsfläche des Netzes zum „Untersimm" gemacht werden, was durch Umschaltung der (entbehrlichen) Beschwerung und Umknüpfung des Schleppseiles leicht zu bewerkstelligen ist.

c) Das Wurfnetz ist unumgänglich notwendig für Gewässer, in deren schlammige Ufer man so tief einsinkt, daß der Wasserspiegel unzugänglich wird. Der zuvor beschriebene Handketscher kann ohne Stock als Wurfnetz gehandhabt werden, besonders wenn sein Bügel nicht aus zwei gelenkig aneinander gefügten Spangen, die trotz Sperre oft zusammenklappen, sondern aus einem ganzen Ringe oder Halbkreis besteht. Ebenso ist ein kleines Schleppnetz sofort als Wurfnetz verwendbar, so daß in letzterem eigentlich kein neues Gerät verlangt wird, sondern nur die Länge des mitzunehmenden Seiles darüber entscheidet, ob man die ohnedies gebrauchten Netze auch in die Form des Schleudernetzes zu wandeln vermag.

d) Das (einzipfelige) Schwebenetz für kleine Oberflächentiere, welches aus einem ungefähr 1 m Durchmesser haltenden eisernen Ringe mit daran hängendem Sacknetze besteht. Die Sackspitze ist noch mit einem sehr feinmaschigen Netze (Müllergaze) ausgekleidet, um auch die kleinsten Tierchen zurückzuhalten. „Dies Netz darf vom hinteren Teile des Schiffes nur bis zur Oberfläche hinabgelassen und der Ring etwa durch angehängte Gewichte oder Schwimmer so gestellt werden, daß er die Tiere, denen das Netz entgegenschwimmt, bequem aufnehmen kann" (Reibisch). Eine vollkommnere Form des Schwebenetzes ist das (an anderer Stelle des Buches ausführlich beschriebene) Planktonnetz: für den Fang pelagisch lebender Larven von Kiemenschnecken und Muscheln sowie der Flügelschnecken (Pteropoden) und Kielschnecken (Heteropoden) ist es unentbehrlich.

Alle bisher aufgezählten Netzarten dienten dem Fang von Wassermollusken; für den der Landmollusken ist (e) der Streifsack oft recht angenehm, der sich vom Wasserketscher dadurch unterscheidet, daß sein Bügel vierfach zusammengelegt werden darf und sein aus Rohleinwand bestehender zweizipfeliger Sack länger sein soll, so zwar, daß er über den Bügel geschlagen werden kann, um die darin befindlichen Tiere nicht entwischen zu lassen. Strauch und Gras werden aufs Geratewohl damit abgestreift, worauf man außer vielen Insekten oft auch kleine Schnecken, besonders die wertvollen, ungenügend gekannten Jugendformen darin findet. Handelt es sich um ausschließliche Landexkursion, so ist der Streifsack leicht in jeder (bei Sammlern immer geräumig sein sollenden) Rocktasche zu tragen; geht der Ausflug möglicherweise auch zum Wasser, wobei man sich ohnehin immer mehr aufhalsen muß, so kann der Wasserketscher unterwegs die Funktionen des Streifsackes mit übernehmen.

2. Such- und Sortiergeräte: a) der Klopfschirm, ein gewöhnlicher Regen- oder En-tous-cas-Schirm aus hellem Tuch, der aufgespannt und verkehrt unter Bäume, Sträucher, Stauden gehalten wird, während man das Laubwerk mit dem Stock abklopft oder einfach mit der freien Hand schüttelt. Wird ein eigener Schirm für diesen Zweck benutzt, so ist es praktisch, wenn sein Stock sich an einer Stelle rechtwinklig knicken läßt; da aber dem Klopfschirm bei Schneckensammlern doch keine so große Rolle zukommt wie beim Insektensammler und das Mitnehmen von Stock und Schirm lästig fällt, ist es vorzuziehen, denselben Exkursionsstock, der sonst die Handnetze trägt, so einzurichten, daß er im Bedarfsfalle, möge es nun regnen oder soll „geklopft" werden, sofort auch als Schirm adaptiert werden kann. Zu dem Zweck muß der Stock denn doch eine abschraubbare Spitze haben; der Schirm seinerseits besitzt an seinem Mittelpunkt, wo sich sonst seine Spitze befindet, eine Metallplatte mit rundem Loch zum Durchstecken des Stockspitzengewindes. Die Stockspitze wird also abgeschraubt, der zusammengerollte Schirm über den Stock geschoben, der dadurch Schirmstock wird, schließlich die Stockspitze, diesmal durch das Loch des Plättchens am Schirmende, wieder aufgesetzt. Im

Nichtbedarfsfalle wird der zusammengerollte Schirm in einem Lederetui nach Säbelart seitlich am Gurt getragen oder in den Hosenträger eingeknöpft.[1]) — Zumal bei Schnecken, die ja nicht so schnell über den Rand kriechen, tut ein Leintuch den Dienst des Schirms, das vor dem Abklopfen unter die betreffenden Pflanzen gebreitet wird. Das Abklopfen kann auch ein Abstreifen sein, dann verbindet sich die Tätigkeit des Schirms oder Tuchs mit der des Streifsacks: was nicht in diesen hineinfällt, fällt zu Boden in Tuch oder Schirm.

b) ein Rechen mit mehreren, etwa 5 cm langen Eisenzinken, laut Bielz durch eine Gabel ersetzbar, deren Zinken zur Hälfte rechtwinklig herabgebogen und etwas ausgespreizt sind. Rechen wie Gabel werden am besten zum Anschrauben an den Stock eingerichtet, der dadurch schon zum „Universal-Exkursionsstock" wird. — Die englischen und neapolitanischen Fischer kombinieren den Rechen mit einem Schleppnetzchen; jener ist ein gewöhnlicher Gartenrechen, „nur daß von den Enden des Zähne tragenden Querstücks ein halbkreisförmiger Bügel ausgeht, der seinen Mittelpunkt an den Stiel stützt. An diesem Halbkreise ist ein Sack befestigt, der dem Rechen beim Ziehen immer folgt und die ausgekratzten Tiere aufnimmt" (Philippi). Sind sehr große Widerstände des Bodens zu beseitigen, so tritt

c) eine Harke in Tätigkeit, die beim Aufreißen von Baumstrünken, Ausreißen von Wurzelwerk, Abschälen der Rinde, Umwälzen von Steinen gutes tut. Letzteres geschieht übrigens am bequemsten immer noch mit bloßen Händen.

d) Eine kleine Schaufel (Spaten), nach Art eines breiten Pflanzenstechers und gleichzeitig als solcher verwendbar, wo es z. B. gilt, für lebend heimgebrachte Schnecken Futterpflanzen auszugraben. Auch beide zuletzt aufgeführte Geräte seien am Universalstock anzuschrauben: man führt dann nur einen einzigen Stock mit, sämtliches Zubehör aber ist im Rucksack oder Tornister, zum guten Teile sogar in gewöhnlichen Rocktaschen (Sammlerformat!) transportabel. Beim Gebrauch der angeschraubten Schaufel und Harke muß man übrigens sehr acht geben, den Stock nicht zu zerbrechen; andernfalls fasse man lieber den kurzen Stiel dieser Werkzeuge in die Hand und lasse den Stock außer Spiel.

e) Ein Sieb, besser mehrere Metall- und Haarsiebe verschiedenen Umfangs und verschiedener Maschenweite. Auf Exkursionen wird man sie nur mitnehmen, wenn es sich nicht darum handelt, viel Terrain abzusuchen, sondern eine bestimmte Stelle zu erreichen und dort längere Zeit zu verweilen; etwa einen Laub-, Heu-, Moos- oder Mulmhaufen, angeschwemmte Tange und Algenwatten, die man zu durchsieben wünscht. Das Gesiebsel läßt man in den Klopfschirm, auf das helle Tuch oder Papierbögen fallen. Bei flüchtigen Streifereien nimmt man umgekehrt das auszusiebende Material im Rucksack oder eigenen Leinensäcken (siehe später) mit nach Hause und siebt hier mit größerer Muße. Bielz verwendet ein kleines, feinlöcheriges Sieb an einem Stock (Universalstock, der nunmehr abwechselnd schon Spaten, Harke, Rechen, Schirm, Wasser- und Streifsack trägt) angeschraubt statt eines Netzes im Gewirre der Wasserpflanzen und im Bodenschlamm.

f) Eine schmale, lange Pinzette, dient dem Malakozoologen hauptsächlich dazu, kleine flache Schnecken, die sich in sonst unzugänglichen Fels- oder Mauerritzen verkrochen haben, zu fassen. Auch zum Ablesen des gesiebten oder abgeklopften Materials ist die Pinzette oft dienlicher als die bloßen Finger, die ihrer Feinfühligkeit wegen wieder geeigneter sind, leicht zerdrückbare Eier von Landschnecken aufzunehmen, falls man sich für solche Zwecke nicht noch

g) einen Hornspatel oder Hornlöffel einstecken will.

---

1) Solche Schirme fertigte nach unseren Angaben die Firma Winkler & Wagner, entomologische Bedarfsartikel, Wien XVIII, Dittesgasse 11.

h) Die stumpfste Klinge des Taschenmessers als einziges Mittel, Napf- und Käferschnecken von ihrer felsigen Unterlage, wo sie sich außerordentlich fest angesaugt haben, zu trennen, indem man die Klinge behutsam unter ihren „Fuß" schiebt und dann abhebt.

i) Eine Laterne, am besten Azetylenlaterne, die nur sorgfältiger Bedienung, insbesondre Reinhaltung bedarf und erstklassiges Fabrikat sein muß, für den nächtlichen, oft außerordentlich ergiebigen Fang, der mühelos zu Arten führt, die anders kaum zu bekommen wären.

3. Transportgeräte: a) eine Anzahl Leinenbeutel verschiedener Größe, mit eingezogenem Bändchen zum Zuschnüren und Zubinden eingerichtet, genügen fast für alle Transportzwecke, da selbst Muscheln und Wasserschnecken mit geschlossenen Schalen bzw. Gehäusedeckeln stunden- bis tagelang außerhalb ihres Elementes auszuhalten vermögen, namentlich, wenn man die Beutel locker mit feuchtem Moos, Laub, Tang u. dgl. auffüllt, wodurch gleichzeitig dem Zerbrechen dünner Gehäuse vorgebeugt wird. Nicht ausgeschlossen ist es, daß größere Landschnecken die Leinwand in mehrstündiger Feilarbeit durchraspeln, weshalb unter den gewöhnlichen Säckchen die Mitnahme eines Lederbeutels anzuraten ist. Innen mit Schneckenschleim bedeckte Beutel stülpt man nach dem Ausleeren der Beute um, läßt sie (womöglich in der Sonne) gut trocknen, worauf sich der Schleim mit steifer Bürste leicht entfernen läßt. Mit Wasser behandelt wird er nur noch klebriger und leistet der Reinigung hartnäckigen Widerstand.

b) Sehr kleine Tiere sind vielleicht in Säcken schwerer aufzufinden, solche mit sehr zerbrechlichen Gehäusen doch mehr gefährdet als in Blechbüchsen mit gut schließendem Deckel, Einwurfklappe und etlichen Sieblöchern für den Luftzutritt.

c) Handelt es sich um mehrtägige Transporte von ausgesprochenen Wasserbewohnern, so kommt noch eine Fischkanne hinzu. Ihre nähere Beschreibung siehe bei der Anleitung zum Verschicken, am Schluß dieses Kapitels, S. 195. Für Meerestiere muß sie emailliert oder wenigstens gut verzinnt sein. Selbst empfindlichste, sauerstoffhungrigste Wasser-, insbesondre Strom- und Meerbewohner können in solchen Transportkannen lebend heimgebracht werden, die eine doppelte Wandung haben: im Außenraum kann dann mittels eines Gummigebläses oder einer Fahrradpumpe die Luft komprimiert werden, durch eine poröse Stelle der Innenwand tritt sie ins Wasser zu den Tieren über. Das einfachste Wassertransportgefäß aber, für alle Wassersorten tauglich, nur leider der Gefahr des Zertrümmerns ausgesetzt, ist ein kleines, $1/2$ bis 1 l fassendes Einmachglas, um dessen halsförmige Einschnürung ein Bindfaden geschlungen und henkel- oder handhabenartig geschnürt wird. Auch auf ähnliche Weise umschnürte und praktikabel gemachte Kokosnüsse und Schweins- oder Rindsblasen sind für nassen Transport sehr wohl zu gebrauchen.

d) Manchmal ist es gut, heikles Material gleich an der Fundstelle zu konservieren; dies geschieht in verkorkten Eprouvetten verschiedenen Durchmessers, die mit Alkohol oder in speziellen Fällen einer anderen Konservierungsflüssigkeit gefüllt sind.

Alles hier über die Transportmittel Gesagte bezieht sich zunächst auf den Heimtransport vom Fundort durch den Sammler selbst oder dessen Gehilfen; der Post- und Bahntransport wird am Schlusse dieses Kapitels gemeinsam mit demjenigen der Wirbeltiere besprochen werden. — —

Wohin nun soll man sich begeben, mit Fang- und Transportutensilien ausgerüstet? Ja, das ist immer die große Schwierigkeit in solchen Anleitungen, die darin meist nicht über allgemeine Phrasen hinauskommen. Denn die **Fundplätze** für den Fänger anzugeben, ist etwa gleichbedeutend damit, eine ganze Ökologie zu schreiben. Der Sammler, der sich ohnehin über die Naturgeschichte der von ihm gewünschten Tiere orientieren wird, ziehe demnach am besten

wirklich zu allererst eine Ökologie zu Rate, etwa **Brehms** Tierleben. Und am vorurteilslosesten schärft sich der Blick beim Sammeln selbst: sucht man möglichst mannigfaltig beschaffenes Terrain ab, so bleiben Erfahrungen und Erfolg nicht aus. Etwa trotzdem noch zu erteilende Winke wollen nach Tiergruppen, Beschaffenheit des Fundortes, Tages- und Jahreszeit bedacht sein.

Gehäusetragende Landschnecken findet man unter Moosrasen, den man leicht abhebt, unter Steinen und Brettern, die man umdreht (aber nicht bloß den darunter frei werdenden Erdboden, sondern auch die ihm zugekehrte Fläche der Steine und Bretter ansehen!); an Zäunen, Böschungen, Dämmen; an Felsen, besonders solchen aus Kalkstein und besonders dort, wo sie Klüfte zeigen, von Wasser überrieselt, von Algen, Flechten, Lebermoosen bewachsen sind; am Eingange von Höhlen und noch bis ziemlich tief darin; an Ruinen und altem Gemäuer aller Art; auf Gesträuch und Stauden: in erster Linie letztere sind, falls die Umgebung ziemlich wüst und pflanzenleer ist, oft dicht mit daranhängenden Gehäusen (z. B. von *Helix ericetorum*) bedeckt. Gewisse Schnecken (*Daudebardia*, *Hyalina*, *Caecilianella*) sind fast nur während des Winters, am besten durch Aussieben von Moos, Erde und Fallaub zu gewinnen.

Nackte Landschnecken findet man an denselben Orten, aber ausschließlich dann, wenn sie feucht sind. Während Gehäuseschnecken oft in glühendster Sonne und Trockenheit, allerdings tief ins Haus zurückgezogen und oft dünn zugedeckelt, ausharren, würden die Nacktschnecken unter solchen Umständen verdorren. So kommt es, daß diejenige Zeit, die zwar auch für Auffinden der Gehäuseschnecken die günstigste ist, weil wir sie dann in Bewegung antreffen, für das Suchen der Nacktschnecken fast die einzig mögliche bleibt: die Nacht einschließlich der Dämmerungen, besonders der Morgendämmerung, sowie während eines warmen Platzregens und unmittelbar nachher. Der dumpfige Wald wird nicht von sehr vielen Gehäuseschnecken bewohnt, die mehr dessen Rand bevorzugen; dafür dominieren dort die nackten Wegschnecken. Überrascht man sie nicht, während sie über den Pfad kriechen, so liefert das Absuchen großer Hutpilze, ohne Unterschied der giftigen und nicht giftigen, das Entrinden und Ausroden von Baumstümpfen, das Umwälzen von Pfosten und flachen Steinen gute Beute. Mit größtem Vorteil schafft man an feuchtbleibenden Plätzen, die man sich merkt und regelmäßig nachsieht, solche Ansammlungsstellen künstlich: legt Bretter auf, legt Aas oder einen Haufen zerstückter Pilze aus, etwa in einen glasierten, bis zum Rand eingegrabenen Topf hinein, der rasches Entkommen mindestens verzögert und das Unterscheiden der Tiere von ihrer Umgebung erleichtert. In derartigen Ködern erblicke ich, natürlich vorausgesetzt, daß man sich längere Zeit in der Gegend aufhält, eines der wichtigsten Mittel zur Materialbeschaffung; in Gärten benutzt man dies, um die schädlichen Ackernacktschnecken zu Massenansammlungen zu verleiten und dann zu tilgen.

Beim Sammeln von **Wassermollusken** bedient man sich vorzugsweise der vorhin beschriebenen Netze, mit denen ausgerüstet man die Ufer der Binnengewässer und des Meeres aufsucht. Ist beim „Fischen" aufs Geratewohl sehr viel Schlamm in die Netze gekommen, so spült man sie erst vorsichtig wiederholt mit Wasser durch, ehe man sie auf den erst jetzt deutlicher zutage tretenden Inhalt prüft. Alle Arten von Süßwässern beherbergen Mollusken: fließende wie stehende, und die kleinsten, reißenden Bäche beherbergen ebenso ihnen eigentümliche Kostbarkeiten wie große Seen und winzige stinkende Pfützen. Vorzugsweise an der aquatilen Vegetation kriechen die **lungenatmenden Wasserschnecken** einher, besonders auch auf Ober- und Unterseiten von breiten Schwimmblättern, wie sie z. B. die Seerose besitzt. Hier empfiehlt es sich, stets auch solche Blätter oder ganze Sprosse der untergetaucht wach-

senden Pflanzen abzupflücken, da auf ihnen die in Gallerte eingebetteten Eier jener Schnecken befestigt sind, die man am bequemsten erst zu Hause in einem Glase ansehen, deren Ausschlüpfen man abwarten kann.

Kiemenschnecken und Muscheln bevorzugen mehr den Grund, wenngleich sie ihm entlang bis an die Wassergrenze und darüber hinauskriechen, an Pfählen und Felsen, Hafenmauern (weniger an Pflanzen) emporklettern, ja stundenlang oberhalb des Wasserspiegels hocken bleiben, wie besonders die Napfschnecken, *Litorina*-, *Nerita*- und *Natica*-Arten des Meeres, *Neritina*- und *Melanopsis*-Arten des Süßwassers. Durch Abklauben der Tiere, die hier in erreichbarer Höhe sitzen, wird aber keine annähernd vollständige Ausbeute erzielt, ja auch die Netze lassen, weil sie gleichsam blind arbeiten, zu wünschen übrig, selbst dann, wenn man sich nicht damit begnügt, mit ihnen die Ufer abzugehen, sondern vom Kahn aus die Mitte der Gewässer und ihre größten Tiefen einbezieht. Es gibt aber Wege, nachzuholen, was die Naharbeit etwa versäumt: einerseits geschicktes Ausnützen von Gelegenheiten, sonst vom Wasser bedeckte, aber vorübergehend davon entblößte oder umgekehrt sonst trockene, aber manchmal überschwemmte Stellen (Murgänge, Inundationsgebiete mit ihren Schwemmgenisten) abzusuchen; anderseits das Baden, Waten, Schwimmen und Tauchen.

Am Meeresstrand, besonders an der Nordsee, an der Adria wenigstens zwischen den Klippen der Steilküste, gewährt der Wechsel von Ebbe und Flut erwünschte Gelegenheit zur Detailarbeit teils auf dem ganz wasserlos gewordenen Boden, teils in zurückgebliebenen Tümpeln. Wo es an solchen fehlt, kann man sie durch Ausmauern oder schräges Einschlagen von Pfählen im Kreise künstlich vorbereiten. Aber auch viele Binnengewässer trocknen periodisch aus oder verlieren doch so viel von ihrem Wasservorrat, daß mehr oder weniger abgeschlossene Gräben, Buchten, Arme leer werden, ohne daß langsamere Bewohner sich rechtzeitig in die tiefen Partien zurückziehen konnten. Auch Teiche, die meist einmal jährlich behufs Abfischung, „Aussömmerung“ oder „Auswinterung“ abgelassen werden, ja selbst Schwimmschulen, Kanäle, Kläranlagen, Schleusenwerke erhalten durch ihre Zuflüsse einen guten und oft nicht den uninteressantesten Teil der Molluskenfauna, die dann den emsig tastenden Fingern des Sammlers frei zur Verfügung steht. Kann er an Stellen, die nie vom Wasser entblößt werden, nicht selber zum Grunde gelangen, so kann doch ein Stück Grund zu ihm emporgelangen: dies geschieht, indem er die Gelegenheiten wahrnimmt, dem Emporziehen von Schwimmbojen mit ihren im Boden verankerten Ketten, von Senkbleien und Fischernetzen beizuwohnen; gern überläßt man dem Sammler das Ablesen der für die Leute wertlosen Schaltiere, höchstens muß er dulden, daß man sich über ihn lustig macht. Will er partout nicht Märtyrer sein, so kann er an einsamen Orten selber auf den Boden sinkende Gegenstände, vollgesogene oder mit Blei beschwerte Pfosten u. dgl. auslegen und nach möglichst nicht zu kurzer Zeit (wenigstens 1—2 Wochen) am Seil wieder emporwinden.

Ein vortreffliches Mittel, sich Beute zu schaffen, ist das Baden. Kann schon der Nichtschwimmer, in seichten, sandigen Uferpartien watend, mit Fingern und Füßen tastend, viel ausrichten, so steht dem Schwimmer und Taucher vollends eine Menge zur Verfügung, was sogar dem Ruderer entgeht. Sei es, daß man vom Boot aus, sei es im Bade nach Mollusken und günstigen Suchplätzen dafür fahndet: man wird oft durch Kräuselung der Oberfläche und Wellenschlag gehindert, weil der Blick auf den Grund dann getrübt und verzerrt erscheint. Um nicht auf Windstille und wirklichen Wasserspiegel warten zu müssen, bediene man sich des von Cori ersonnenen Guckfensters, „d. i. ein Holzkasten von etwa 30 cm Seitenlänge und Höhe, dessen Boden aus einer starken Spiegelscheibe besteht ..., indem man dies einfache Instrument mit der Glasscheibe nach unten auf die Wasserfläche legt, setzt man dem Meere

sozusagen ein Fenster ein, durch welches man mit voller Deutlichkeit alles unter Wasser beobachten kann". Das ist entschieden angenehmer und reinlicher, als die Fläche durch aufgetropftes Öl zu glätten, wie's die Fischer machen.

Der schönste Blick vermag uns aber nicht die winzigen Konchylien zu zeigen, die sich dort unten herumtreiben, ja auch die Entnahme und das Durchstöbern von Schlamm und Pflanzenmassen bewahrt uns nicht davor, Kostbarkeiten zu übersehen, da sie inmitten ihres Substrates selbst in größter Nähe dem Auge entgehen. Über diese Schwierigkeit hilft uns ein von M. Ziegeler empfohlenes Verfahren, gewissermaßen ein selbständiges Sichaussieben der Tiere, hinweg: bringt man das Substrat (Sand, Schlamm, Tang und was es sei) in ruhig stehende Glasgefäße mit Wasser, so kriechen die kleinen Tierchen im Verlaufe der nächsten Stunden und Tage freiwillig an den Glaswänden empor und können dort mit Leichtigkeit bemerkt werden.

Haben wir es nur auf leere Gehäuse abgesehen, wollen aber wenigstens in dieser Branche auch die größten Seltenheiten nicht missen, so kommen wir zum Ziel, indem wir einen anderen Sammler seiner Ausbeute berauben: die Larve jener Frühlingsfliege, die ihr zierliches, köcherförmiges Haus aus winzigen Schalen von Schnecken und Muscheln zusammenkittet.

Gar nicht sprach ich bisher vom Sammeln der Kopffüßler (Zephalopoden); mit gutem Grunde, denn dazu reichen die Vorrichtungen des einzelnen in der Regel nicht aus. Selten bringt unser kleines Schleppnetz eine *Sepiola*, eine kleine *Eledone* empor, selten finden wir am Strand die meist zerbröckelten und wertlos gewordenen kalkigen oder hornigen Rückenschulpen, an Tangen die schwarzen oder beinweißen, aber im Aquarium kaum ausschlüpfenden Eiertrauben. Hier ist es ratsamer, sich der Mittel einer wissenschaftlichen Meeresstation zu bedienen und daneben sich den Fahrten der einheimischen Fischer anzuschließen sowie die Markthallen zu besuchen.

Von den Fang-, Such- und Transportutensilien, die ich für das Sammeln der Weichtiere beschrieb, sind nicht wenige ohne weiteres für das der Wirbeltiere (Vertebraten) verwendbar und brauchen daher jetzt nur einfach aufgezählt zu werden:

Wassernetz am Stock (Ketscher) und Wurfnetz, Streifsack, Harke, Schaufel, Pinzette, Azetylenlaterne; Leinwand- und Lederbeutel, Wassergefäß (Tragkanne), Konservierungsgläser mit Alkohol bzw. Formol. — Es kommen aber einige dazu: speziell für den Fischfang a) Angelschnüre nebst Angelrute und Angelhaken sowie künstlichen, hakenbewehrten Ködern (künstlichen Fliegen, künstlichen Fischchen und Krebschen); dann b) eigene Reusen und Netze, worunter am praktischsten das Zugnetz oder Grippo der Chioggioten. Endlich für den Fang und das Erlegen von Landwirbeltieren c) diverse Fallen, Schnappeisen, Leimruten u. dgl., d) Schlingen und e) Schußwaffen, besonders eine Schrotflinte.

Es kann hier nicht der Ort sein, ausführlicher auf den Gebrauch der Fischnetze und Angeln, auf den der Schußwaffen und Fallen einzugehen; da muß der Sammler, der sein naturhistorisches Interesse mit Gelüsten eines Nimrod vereinigt fühlt, schon bei den betreffenden Professionisten, Jägern, Fischern und Vogelstellern in die Lehre gehen, wozu ihm Sommeraufenthalte an der See und in den Bergen reichliche, seiner Erholung nur förderliche Gelegenheit geben. Freilich ist schon der Anglersport, kunstgerecht ausgeübt, kein billiges Vergnügen, und dem Jagdliebhaber steigert sich der Anspruch auf eine gefüllte Börse zu dem einer gespickten Brieftasche. Auch ist, ebenso wie für das Eiersammeln und Nesterausnehmen, die energische Mahnung einzuflechten, daß derartige Beschäftigungen nur bei strenger Be-

schränkung auf wirklich notwendige, wissenschaftliche Zwecke ethisch gerechtfertigt werden können; das Auftreten des mit dem „edlen" Weidwerk sich verbündenden Forschers soll stets dazu geeignet sein, auf seine menschliche Umgebung ernst aufklärend, vor Mißbrauch und spielerischer, bübischer Nachahmung warnend einzuwirken.

Übrigens wird gerade für das Erlangen solcher Beutestücke, die nur mit Hilfe von Gewehren, Fallen, Reusen, Leimruten und ähnlichen, nicht recht forschergemäßen Gerätschaften durchzusetzen ist, das Akquisitionsgeschäft selber den damit berufsmäßig viel vertrauteren Personen zu überlassen sein: Jagd- und Forstgehilfen, Holzfällern, Bauern, Hirten. An vielen Orten gibt es sogar eigene Maus- und (leider!) Maulwurfsfänger. Freilich hat man fast überall mit Indolenz und mangelnder Intelligenz zu kämpfen, wo es sich um Erfüllung von Wünschen handelt, die nicht vollkommen in den Rahmen des Gewohnten, Althergebrachten passen. Einiges läßt sich aber schon so ausrichten, in fernen Ländern ist ja oft noch dies Althergebrachte neu oder interessant für den Naturforscher, und die dabei zu gewinnenden Erfahrungen im Umgang mit der einheimischen Bevölkerung, die zu beobachtenden Sitten und Gebräuche rechnen schließlich auch mit unter die Ausbeute, gehören dank der Vertebratennatur des Menschen ins Kapitel über das Sammeln von Wirbeltieren.

Unter den Fallen sei nur der selbsttätig fangenden Maus- und Rattenfallen mit flüchtigem Worte gedacht, die so eingerichtet sind, daß nach dem Einschlupf des ersten Nagers der Apparat sich sogleich wieder fangbereit einstellt, ohne daß doch das bereits gefangene Exemplar wieder herauskann. Gewöhnlich gelangen die in die Falle gegangenen Tiere bei solchen automatischen Vorrichtungen — man bekommt sie heutzutage in jeder größeren Eisen- und Klempnerhandlung — in ein wassergefülltes Blechgefäß, wo sie ersaufen. Man kann aber dieses Gefäß sehr gut auch leer lassen und gewinnt die Beute lebend. Gut funktionierende Nagerfallen gehören zu den wichtigsten Ausrüstungsgegenständen des Vertebratensammlers; denn gerade unsere Kenntnis von den kleinen Nagetieren, ihrer geographischen Verbreitung, ihren Lokal- und Saisonabänderungen ist eine sehr ungenügende.

Wenn wir schon von Fallen sprechen, sei auch gleich beschrieben, wie ich Eidechsen und manchmal auch Kröten erbeute, ohne mich selber dabei anstrengen zu müssen. Ein glattwandiges Gefäß, Blechkiste, glasierter Topf oder breitestes Einmach-(Marmelade-)glas wird bis zum Rand in den Boden gegraben und mit Köder beschickt; dieser kann entweder ein direkter Köder sein, am besten etliche Mehlkäferlarven, die auch freilebende Tiere, welche noch nie einen „Mehlwurm" gesehen haben, sehr zum Zupacken reizen, oder ein indirekter Köder, Honig, Zucker, Aas, faule Früchte u. dgl., die ihrerseits Insekten anlocken und dadurch mittelbar auch die gewünschten Vierfüßler. Dalmatinische Reptilienfänger — ich erfuhr es von solchen in Comisa auf Lissa — fangen mit Hilfe von Fischüberresten (wie sie behaupten, auf direktem, wahrscheinlich aber nur auf indirektem Wege, durch das Anlocken von Fliegen) bis zu 30 Lazerten pro Stunde in einer wie beschrieben behandelten Konservenbüchse oder Ölkanne.

Immer und auf jedem Terrain wird es aber nicht so gut gehen, und wem dann seine Zeit lieb ist, und wer da weiß, daß mitten auf einer Exkursion die Beschaffung eines tauglichen Gefäßes zur Kalamität werden kann, wird alsbald zum Fange der Eidechsen und Schlangen mit der Schlinge übergehen, die nebenbei mehr aktives Vergnügen gewährt als der passive Fallenfang. Die primitivste Reptilienschlinge, wie sie bei den Straßenjungen aller südlichen Länder in Gebrauch steht und — wie antike Wandgemälde bezeugen — seit alters in Gebrauch stand, ist ein lose geknoteter Grashalm, der allenfalls noch angespuckt wird. Der (möglichst lang und fest gewählte) Halm wird mit ausgestrecktem Arm des meist auf dem Boden hockenden oder liegenden Jägers der sich sonnenden Echse entgegengehalten

und erregt entweder gar nicht ihre Aufmerksamkeit — stellt er doch einen bestbekannten Gegenstand ihres ständigen Milieus dar — oder mittels des schillernden Speichelhäutchens sogar ihre Neugier. Im ersteren Falle hält sie stille, im letzteren schiebt sie sich der Schlinge näher, die nunmehr, wenn der rechte Moment gekommen, über ihren Kopf geschoben und fest zusammengezogen wird. Der Sammler tut gut daran, die in manchen Gegenden geradezu virtuos geschickten Gassenbuben nicht nur gegen geringes Entgelt als Fänger zu benutzen, sondern ihnen den erwähnten Trick auch zu eigenhändigem Gebrauch abzugucken, insbesondere die kunstvolle Knotung, die so fest hält, daß man Mühe hat, ein derart gefangenes Tier daraus zu befreien. Ist gerade keine regelrechte Schlinge zur Hand, so wird des öfteren die Grasschlinge dafür eintreten können.

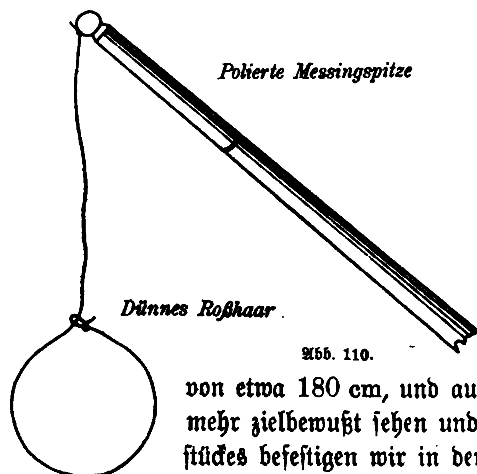


Abb. 110.

Besser ist freilich ein Schlingenapparat folgender Konstruktion (im wesentlichen System Wiedemann, Abb. 110): in jeder Fischereigerätehandlung bekommt man dreiteilige, zum Spazierstock zusammenschiebbare Angelruten aus Rohr oder leichtem Holz, wie wir sie ohnedies auch zum Fischfang in unser Geräteinventar einverleiben müssen. Für den Echsen- und Schlangenfang lassen wir den letzten, zu dünnen, zitternden Fortsatz weg; es bleibt noch immer eine weitreichende Länge von etwa 180 cm, und auf größere Entfernungen läßt sich die Schlinge nicht mehr zielbewußt sehen und dirigieren. Am Ende des zweiten Verlängerungsstückes befestigen wir in der Messinghülse einen Drahtring. An letzteren wird nun die Schlinge selbst geknüpft. Das Material der Schlinge kann verschieden sein, am häufigsten Roßhaar, weißes für dunklen, schwarzes für grellbeleuchteten Boden, besonders Kalkfelsen, dünnes, aus der Mähne, für kleine, dickeres, aus dem Schwanze, für größere Echsen und für Schlangen. Manche geben vor den Haaren einem dünnen Seidenzwirn (sehr verwendbar ist die „Prima Cordonett-Seide mit der Storchmarke" von Hermann Storch, München) den Vorzug, während für ganz große Echsen (z. B. Smaragd-, Perleidechse) und dickleibige Schlangen feinster Kupferdraht zu empfehlen ist. Wir nehmen nun, gleichgültig, welches Material dabei zur Verwendung gelangt, ein 20—25 cm langes Stück und knüpfen es um einen gewöhnlichen Nagel, allenfalls um ein Streichholz von 2—3 mm Durchmesser fest; ziehen den Nagel bzw. das Hölzchen heraus, so daß eine seinem Durchmesser entsprechende Öse verbleibt, durch die man das andere Ende des Schlingenhaares, -zwirnes oder -drahtes zieht. Innerhalb dieser Öse gleitet die Schlinge ohne Widerstand, sie schmiegt sich schon bei schwachem Zuge leicht dem Halse des Beutetieres an. Das freie Ende der fertigen Schlinge wird jetzt noch an der Messingöse des Fangstockes festgeknüpft, von der sie einige Zentimeter lang absteht oder herabhängt (s. Abb. 110). Mancher hat es gern, wenn sie recht lang herabhängt, etwa 10 bis 12 cm; die Tiere halten der langen Schlinge besser Stand, fürchten sich weder vor dem Stockende noch verwechseln sie seine glitzernde Öse mit einem Insekt, wonach sie springen und wodurch, nachdem die Täuschung, die Ungenießbarkeit des mit den Kiefern gepackten Stückes, erkannt ist, mancher Fang im letzten Augenblick vereitelt wird. Anderseits erschwert bei langer Schlinge der leiseste Windhauch ihre Lenkung. Hier muß eben jeder das seiner Individualität Zusagendste selber erproben; vielleicht wird der Kompromiß am leichtesten so zu schließen sein, daß man bei völliger Windstille längere, senkrecht herabbaumelnde Schlingen verwendet, bei bewegter Luft hingegen ganz kurze, mehr wagrecht abstehende Schlingen.

Beim Fange trachtet man, den Kopf des Tieres oder — bei Eidechsen, deren Hals fast ebenso dick ist wie der Kopf — auch eines oder beide Vorderbeine langsam in die Schlinge zu bekommen; dann hebt man das zappelnde Reptil mit kleinem Ruck in die linke Hand, nestelt es vorsichtig los und versorgt es in einem am vorderen Rockknopf hängenden Säckchen. Die mit der Schlinge gefangenen Eidechsen und Schlangen bleiben vollkommen unversehrt. Dagegen ist die oft empfohlene Jagd mit der Gerte — man versetzt dem Reptil einen Schlag damit über den Rücken — wegen der damit verbundenen Tierquälerei selbst dort zu verwerfen, wo man die Beute sogleich zu konservieren beabsichtigt.

Bei besonders scheuen Echsenarten wird eine künstliche Fliege viel zum Erfolg beitragen. Die künstliche Fliege soll aber nicht, wie meist diejenigen, welche zum Fischen verwendet werden, mit einem Angelhaken verbunden sein; man bekommt in größeren Handlungen, ev. auf Bestellung, auch künstliche Fliegen ohne Haken. Dieser Köder wird entweder an dieselbe Öse gebunden, woran wir auch die Schlinge selbst befestigen, so daß die Fliege vor der Schlinge baumelt; aber das häufig notwendig werdende Entwirren der sich verknüpfenden Roßhaare oder Schnüre von Köder einerseits, Schlinge anderseits, fordert viel Geduld. Trotzdem im folgenden Falle beide Hände beschäftigt sind, fand ich es bequemer, wenn die rechte Hand den nur mit Schlinge, die linke einen nur mit der Fliege versehenen Stock trägt; letzterer soll eine dünne Gerte sein, weil hier das Zittern eher nützt als schadet, indem es dem künstlichen Köder Leben verleiht, und deshalb kann jetzt der für den Schlingenstock weggebliebene äußerste Fortsatz der Angelrute Verwendung finden.

Gleichwie man allenfalls mit Schlinge allein ohne Lockfliege auslangt, so auch bisweilen mit Köder ohne Schlinge: die Echsen verbeißen sich so fest in ihn, daß man sie daran emporheben kann. Die zufassende Hand kommt nun allerdings zu spät, weil die Echse sich sofort wieder herabfallen läßt; nicht aber ein Netz (Streifsack!), das man im Moment des Aufziehens blitzrasch unterschiebt. Bei dieser Methode handhabt man rechts den Stock mit Fliege, links das Netz. Beteiligen sich zwei Personen am Fange — ein Mehr ist meist vom Übel —, so leistet das Netz auch bei dem mit künstlicher Fliege kombinierten Schlingenfang gute Dienste, da es immerhin häufig vorkommt, daß die Echse sich zu früh aus der Schlinge befreit und auf Nimmerwiedersehen herabfällt. Wird auf alle Fälle das Netz untergehalten, so fällt sie ins Netz.

Das Netz, und zwar je nachdem Streifsack oder Wasserhamen, ist auch sonst für den Fang kleiner Vertebraten öfter unentbehrlich, als man für gewöhnlich zu glauben geneigt wäre. So benötigt man das Wassernetz zum Fang von Fischen, Molchen, Froschlurchen und deren Larven (Molch- und Froschquappen) sowie von kleinen Sumpfschildkröten, kleinen Wassernattern, Wasserratten und Wasserspitzmäusen aus den Tümpeln und Bächen.

Größere, besonders am Ufer sich sonnende Wasserschlangen und Schildkröten erlangt man allerdings besser, indem man sie vom Ufer her überrascht, ihnen den Weg zum Wasser abschneidet und sie sodann einfach mit der Hand bedeckt; noch besser vom Wasser her, in welchem man sich watend oder schwimmend bewegt. Den schwimmenden Menschen erkennen die genannten Tiere in der Regel überhaupt nicht als Feind. Wie man ihnen mit Hilfe der tastenden Hand in die Verstecke nachfolgt, wird bald weiter unten erörtert werden.

Eine gute Art, sich kleinerer Fische zu bemächtigen, besteht darin, daß man Verstecke, in die man sie gewöhnlich rudelweise verschwinden sieht (Weiden- oder Erlenbüsche mit Wasserwurzelgeflecht, überhängende Grasbüschel, Schilf, Gestein), auf einer Seite mit dem Ketscher belagert, auf der andern Seite mit stochherndem Stecken angreift. Die erschreckten Fische schießen selber ins Netz, zieht man's jetzt rasch heraus, so befinden sich fast immer mehrere Gefangene darin. Am besten wird auch diese Fangmethode, so wie die mit Netzfang

kombinierte Echsenschlinge und künstliche Fliege, von zwei Personen ausgeübt, namentlich, wo das Fischversteck sich über eine Länge von mehreren Schritten erstreckt, eine einzelne Person also nicht so weit klaftern kann, um Stock und Netz zugleich am richtigen Ort zu halten. Wenn aber die eine mit dem Stock plätschert, die andre das Netz vorhält, geht es vortrefflich.

Weitspringende Frösche (*Rana agilis*, *temporaria*), die man nach ihrer Landung nicht sieht, sondern wo man sich nur den Ort merkt, auf dem sie sich niedergelassen haben müssen, sind am leichtesten durch Überstülpen des Streifsackes zu haben, in den sie nunmehr sofort hineinspringen und sich durch ihre Bewegungen als gefangen verraten. Auch zum Fange von Fledermäusen ist der Streifsack zu gebrauchen, vorausgesetzt, daß es gelang, in einen Schlupfwinkel der Flattertiere, einen Keller, Dachboden, eine Felshöhle einzudringen. Tiefgelegene Gemächer der altägyptischen Tempel sind bisweilen mit Fledermäusen buchstäblich tapeziert: jeder Netzschlag bringt beiläufig ein Dutzend ein. Natürlich ließen sie sich an solch ausnahmsweise günstigem Ort auch mit Händen greifen, was aber hinwiederum wegen der nadelscharfen Bisse nicht ganz angenehm ist. Im Freien herumschwirrende Fledermäuse bekommt man mit Netzen nur schwer, da sie jedem in ihre Nähe gelangenden Gegenstande mit unfehlbarer Sicherheit ausweichen; dafür lassen sich die geistig ziemlich beschränkten Tiere, ebenso wie manche Vögel, mit Hilfe von in die Luft geschleuderten, beköderten Angelschnüren erhaschen.

Bisher sprach ich von allerhand, teils passiv, teils aktiv wirkenden Fanginstrumenten, gedachte aber noch kaum des aktivsten, der bloßen Hand: was immer ihr gegenüber zugänglich wird, dem gegenüber plage man sich nicht erst mit Netzen, Schlingen, Pinzetten. Fälle, wo diese besonderen Werkzeuge unentbehrlich sind, ereignen sich für die geübte, Tempo und Stärke des Zufassens wohl abwägende Hand immer seltener Es gibt ganze Tiergruppen, wo kaum etwas anderes in Betracht kommt als der „Fang" aus freier Hand: Landschildkröten und Landschnecken. Man braucht sie eben nur vom Boden aufzuheben, und die Schwierigkeit liegt hier nicht im „Erhaschen", sondern im vorausgehenden Erblicken, im Finden, weil sie Steinen und Steinchen gar oft sehr ähnlich sehen. Landschildkröten bemerkt man oft eher mit dem Ohr als mit dem Auge, weil sie beim Ausschreiten im dürren Laub ein Rascheln erzeugen, das vermöge seiner Lautheit in gar keinem Verhältnis steht zu ihrer Köprergröße. Auch sonst gewöhne sich der Sammler, das Auge nicht allzusehr zu seinem ausschließlichen Sinnesorgan zu erheben.

Das Gehör läßt sich durch schützende Ähnlichkeiten in Form und Farbe nicht verblüffen, es lehrt das langgedehnte, schwächere Gleiten der (oft außerordentlich schwer sichtbaren) Schlangen vom kurzen, heftigen, stoßweisen Rascheln der Echsen, dieses vom schwer zu beschreibenden, gleichmäßigeren Geräusch unterscheiden, das eine Maus im trockenen Grase hervorruft, es leistet ihm endlich bei der Dämmerungsjagd, besonders auf Kröten, vortreffliche Dienste. Selbst der Geruchssinn spielt keine ganz untergeordnete Rolle: wiederholt ist es mir gelungen, die Nähe einer Ringel- oder anderen größeren Wassernatter am Moschusduft zu erkennen, ebenso ist man imstande, das Vorkommen von Sumpfschildkröten in kleinen Gewässern, dasjenige von Fischen bekanntlich sogar in den größten Seen zu riechen. Freilich ist hierzu nötig, daß man zuvor mit dem Eigengeruche der betreffenden Tiere Bekanntschaft gemacht hat; das ist aber bald geschehen, wenn man eine Natter, eine Teichschildkröte mehrere Wochen lang, ohne sie allzusehr durch frisches Wasser zu verwöhnen, im engeren Gewahrsam hielt.

Daß schließlich, aber nicht zuletzt der Tastsinn unentbehrlich ist, bedarf keines Beweises. Beispielsweise beruhen zwei Möglichkeiten, wie man Sumpfschildkröten bekommt — beide weit ergiebiger als das zuvor erwähnte, nur ausnahmsweise und bei kleinsten Exemplaren zum Ziel führende Ketschern —, ausschließlich darauf: seichte Gräben durchwatet man der

Längsrichtung nach in gebückter Stellung und läßt die Hände vor sich im Schlamm sondieren; bei diesem Manöver, wie bei den meisten zu Sammelzwecken vorgenommenen Bädern, sind leinene **Badeschuhe** mit geflochtenen Bastsohlen anzuraten, da man sich andernfalls Steine, Dornen, Muschelfragmente, Seeigelstacheln usw. in die Füße tritt und unter Umständen längere Zeit „kampfunfähig" wird. — Gewässer mit überhängenden Grasbüscheln am Ufer bergen unterhalb meist geräumige Höhlungen: man braucht nun bloß, auf dem Boden liegend und die Ärmel weit hinaufgestülpt, in die durch den Graswuchs entstandenen, wohl auch von den Schildkröten erweiterten Uferhöhlungen hineinzugreifen, so fühlt man alsbald die harten Panzer dieser Tiere, die in ihren Verstecken wenig bewegungsfähig und keines Überfalles gewärtig sind. Es ist ein leichtes, sie herauszuziehen, so daß binnen einer Stunde Dutzende heraußen liegen können, vorausgesetzt natürlich, daß das Gewässer überhaupt von Schildkröten bewohnt war.

Auch beim **Ausgraben** von Tieren, die vor den Augen des Verfolgers in ein Erdloch geschlüpft sind, ist der Tastsinn vonnöten, denn die Beute drückt sich oft reglos in die letzte, ihr noch zur Verfügung stehende Mulde hinein; und nur durch beständiges Vorausfühlen der Hand vermeidet man, daß das Tier beim letzten Spatenstich verletzt oder mit einem Erdballen ausgeworfen werde, in welchem Falle es zum Schlusse doch noch in anderer Richtung entkommt. Übrigens ist das Ausgraben in den meisten Fällen eine wenig Erfolg versprechende, viel Kraft und Ausdauer erfordernde Arbeit. Der „Simplizissimus" brachte neulich die scherzhafte Mahnung: „Laufe nie einer Trambahn oder einer Frau nach, in zwei Minuten kommt eine andere!" Daran muß ich jetzt immer denken und mich daran halten, wenn ich in Versuchung komme, irgendeinem häufigeren Tier, zumal einer Echse, bis unter den Boden zu zu folgen. Im weichen Sande mag's noch gehen; aber sonst sind die Löcher schon überall so angelegt, daß man früher oder später in Gestalt dicker Baumwurzeln oder Felsblöcke auf unüberwindliche Hindernisse stößt, allenfalls — variatio delectat — einen zweiten Ausgang trifft, durch den das verfolgte Tier längst entkam. Im allgemeinen ist das Verzichten und Weitergehen, in bestimmten Fällen das Abwarten, bis ein im Loch verschwundenes Tier wieder herauskommt, lohnender: verhält man sich ganz lautlos und (was noch viel wichtiger, da die meisten in Betracht kommenden Tiere, insbesondere Echsen und Schlangen, fast gar nicht hören) bewegungslos, so geschieht das Herauskommen manchmal in überraschend kurzer Zeit, besonders bei Eidechsen im ersten Morgensonnenschein, überhaupt der besten Fangzeit, wenn sie noch nach jedem Sonnenstrahle lechzen. Später wird es schwieriger, und Schlangen und Mäuse pflegen überhaupt stets geraume Zeit nach erfolgter Störung in ihrem Schlupfwinkel zu bleiben.

Wer vorsichtig sein will, wird das Nachgraben und Voraustasten noch aus einem weiteren Grund gern vermeiden: man kann nie wissen, was sich etwa außer dem gesehenen, harmlosen Tier im Loche birgt; gegebenenfalls kann es eine Giftschlange, zumindest ein Skorpion oder Skolopender, in den vorhin besprochenen Schildkrötenherbergen ein Krebs oder eine Krabbe sein. Ein Paar dicker **Handschuhe**, die der Vertebratensammler überhaupt bei sich führen sollte, weil sie ihm gestatten, bissige Nager u. dgl. kurzweg anzupacken, schützen dann wohl vor dem Schlimmsten, hemmen aber natürlich anderseits wieder den Tastsinn. Für meine Person muß ich gestehen, daß ich im Sammeleifer jedes Gefühl der Vorsicht, jeden Gedanken an persönliche Sicherheit außer acht lasse. Und ich lebe immer noch.

Allerdings darf die Kühnheit nicht so weit gehen, daß man, wie aber zu Unrecht vielfach empfohlen wird, **Giftschlangen** einfach mit der Hand an der Schwanzspitze faßt und emporhebt. Es ist zwar richtig, daß ältere Viperexemplare sich dann nicht bis zur Hand emporheben können, wie es die ungiftigen Nattern mit Leichtigkeit zu tun vermögen; aber gefährlich bleibt der Moment des Hebens, solange die Viper noch auf dem Boden liegt und sich blitz-

schnell umwenden kann, zumal wenn man sie nicht gerade in lang ausgestreckter Stellung antraf. Besser ist es, Giftschlangen oder wo man die Arten nicht kennt und etwa selbst ungiftige Bisse vermeiden will, alle Schlangen mit dem Stock am Vorderkörper auf den Boden anzudrücken; dann tritt man sachte auf ihren Hinterkörper, gleitet mit dem Stock nach vorn, bis er auf den Kopf der Schlange zu liegen kommt, faßt endlich dicht dahinter mit der Pinzette an, hebt nunmehr das Tier unbekümmert um sein Krümmen empor und steckt es an der Pinzette in einen womöglich gestielten, zum Zuziehen eingerichteten Beutel. Alle Vipern pflegen sich gerade den letzten Akt so ruhig gefallen zu lassen, daß sie sich auf dem Grunde des Beutels sofort zusammenrollen und nicht weiter bewegen, — sehr im Gegensatze zu den Nattern, die immer wieder kräftig herausstreben und den Fänger bei Besetzung eines Beutels mit mehreren Exemplaren nicht selten in arge Verlegenheit bringen.

Die eben geschilderte Methode, Giftschlangen zu fangen, ist ausreichend und die einfachste; ich habe deshalb davon abgesehen, als ich oben von den Fanggeräten sprach, besondere Instrumente für Schlangenfang anzuführen. Jetzt mag beiläufig nachgetragen werden, daß zu gedachtem Zwecke bekanntermaßen auch langstielige Holzzangen oder gegabelte Stöcke zur Verfügung stehen. Gewöhnlich findet man keine Giftschlangen, wenn man sie auf die Exkursion mitnimmt, und begegnet alsbald einer Otter, wenn man sie zu Hause ließ. Kommt man unerwartet in eine Gegend, wo Giftschlangen häufig sind, und traut der vorhin beschriebenen Methode mit Stock und kurzer Pinzette nicht recht — auf alle Fälle sollte man sie ja vorher reichlich an harmlosen Schlangen eingeübt haben —, so kann man sich mittels eines beliebigen Baumzweiges augenblicklich ein geeignetes, völlig sicheres Instrument schaffen: man wählt einen $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ m langen, nicht zu dünnen Ast und spaltet ihn an einem Ende etwa 10 cm weit; steckt dann ein kleines Hölzchen quer in den Spalt. Erblickt man eine Giftschlange, so stößt man von obenher das gespaltene Astende auf sie nieder (womöglich in der Halsgegend), worauf das Querhölzchen herausspringt und die Schlange fest eingeklemmt wird. Um Verletzungen des gefangenen Tieres zu vermeiden, ist es gut, die Enden des Gabelstockes oder der Viperzange mit einem weichen Stoff zu umhüllen. — —

Ich glaube, daß die bisher gegebene Anleitung, so fragmentarisch sie auch in bezug auf manche Wirbeltiergruppen gewesen sein mag, doch vollständig ausreichen wird, um ihnen allen gerecht zu werden. Auch Bemerkungen über Fundplätze sind in genügendem Ausmaße eingestreut worden, bzw. sind bei aufmerksamem Lesen denjenigen Absätzen, wo eigentlich nur vom Fang selbst die Rede ist, zu entnehmen. Im übrigen wäre diesbezüglich, ohne einen dicken Band über Ökologie zu schreiben, kaum mehr zu sagen als früher über die Fundplätze der Mollusken gesagt wurde, und ich bitte die Leser, insbesondre meine dortige allgemeine Bemerkung zu beherzigen, — ich setze sie am besten nochmals her: Am vorurteilslosesten schärft sich der Blick beim Sammeln selbst: sucht man möglichst mannigfaltig beschaffenes Terrain ab, so bleiben Erfahrungen und Erfolg nicht aus. Mehr läßt sich in der Tat auf engem Raume darüber nicht sagen, es sei denn, man wollte eine fortgesetzte Reihe allgemein bekannter Tatsachen wiederkäuen, wie z. B., daß Eidechsen auf Mauern, Zäunen, Schlangen auf steinigen, buschigen Abhängen, Lurche in schattigen Wäldern, an und in Tümpeln, Brüchen, Teichen usw. zu finden seien u. a. m. Das gibt uns keine tiefere Erkenntnis, als wenn ich erzähle: Fische gibt es im Wasser.

Wohl aber empfinde ich eines noch als Bedürfnis: Anweisung zu geben, wie man die gefangenen Tiere lebend weiter transportiert, insbesondre verpackt, so daß sie lebend einen längeren Bahn- oder Posttransport aushalten. Dies ist um so wichtiger, als sich in eine derartige Anleitung so viele Elemente der (in vorliegendem Buche ja an anderer Stelle ausführlicher

dargestellten) Pflegetechnik verweben lassen, als sie für die reine Sammeltechnik bereits unbedingt notwendig sind, damit der Sammler bzw. Fänger diesbezüglich am Ort seiner Sammlererfolge nicht (wie man öfters erfahren kann) ganz ratlos dasteht. Also nur vom Transportieren, Versenden lebenden Materials will ich sprechen; wie man Material an Ort und Stelle zu konservieren und dann weiter zu behandeln hat, davon ist ja gleichfalls in einem anderen Kapitel dieses Buches die Rede.

1. Säugetiere: Als Versandbehälter dienen starke Holzkisten, die mit vergitterten Fensterchen versehen sein müssen. Um das Zernagen der Kisten zu verhüten, tapeziert man entweder die vorher mit Ausschnitten versehene Kiste innnen mit Drahtgitter aus; oder die Kiste bleibt ohne Ausschnitte und wird mit Blech ausgeschlagen, — nur oben, auf der Deckelseite mit Gitter überzogen. Auf dieses nagelt man den reichlich mit Fensterchen versehenen Deckel. Als Verpackmaterial gibt man Stroh, Holzwolle oder Heu, wodurch die Tiere vor Erschütterungen geschützt sind und gleichzeitig warme Verstecke erhalten. Das Verpackungsmaterial darf nicht feucht sein.

Das Futter, welches man Säugetieren auf die Reise mitgeben muß, ist natürlich je nach ihrer Art verschieden. Am leichtesten sind die Nagetiere zu behandeln, denen man ein Quantum Sämereien, Früchte, Rüben, Brot u. dgl. verabreicht. Schwieriger sind Insektenfresser zu versorgen: der Igel ist noch ein Allesfresser, der mit rohem Fleisch, Früchten, in Milch geweichtem Brot vorlieb nimmt; Maulwürfe und Spitzmäuse hingegen verlangen Regenwürmer, Engerlinge, Grillen, Küchenschaben, kleine Frösche, Eidechsen, wurmförmige Stücke rohen Fleisches. Fledermäuse sind ohne Futterration zu versenden, sie halten eine längere Fastenzeit aus, besonders im Winter. In der kalten Jahreszeit kann man auch Spitzmäuse und Maulwürfe ohne Futter versenden. — Die Tränkung geht in der Weise vor sich, daß man den Tieren saftige Früchte oder in Wasser geweichtes Brot in die Kiste legt. Nur auf sehr weite Entfernungen befestigt man Trinknäpfe aus Porzellan, Metall oder Holz mittels Draht in einer Ecke.

2. Vögel: Eine sehr empfehlenswerte Methode, kleine Vögel zu versenden, besteht in folgendem: man nimmt einen ganz kleinen Käfig, gerade lang genug, um dem Vogel einen kurzen Sprung zu gestatten, und so breit, daß er sich ohne Abstoßung seiner Schwanzfedern umdrehen kann. Das Gitterwerk darf aus Holz- oder Metallstäbchen bestehen. Im Käfig werden Futter- und Wassernapf mittels Draht gut befestigt, so daß ein Umfallen oder Hin- und Herrutschen ausgeschlossen ist. Um ein Ausgießen des Wassers und Verschütten des Futters hintanzuhalten, ist es gut, wenn die Näpfe sich nach oben zu etwas verengen. Das Ausgießen des Wassers verhindert überdies ein Schwammstückchen, das fast ebenso groß ist wie die Öffnung des Trinkgefäßes und in diesem mittels Draht festgehalten wird.

Den so ausgerüsteten Käfig stellt man in eine Schachtel aus starkem Pappdeckel, in die jener genau hineinpassen muß. Zwei einander nicht gegenüberliegende Seiten der Schachtel versieht man mit Fensterchen, etwa im Umfang einer größeren Silbermünze. Die Schachtel wird schließlich verschnürt, versiegelt und außen mit der Aufschrift „Vorsicht, lebende Vögel!" versehen. Vogelsendungen sind immer expreß aufzugeben.

Die Fütterung der zu versendenden Vögel gestaltet sich natürlich recht verschieden; jedoch kann allen Finkenvögeln ein Gemisch von möglichst mannigfaltigen Sämereien gereicht werden, während Weichfresser längere Zeit mit frischen Ameisenpuppen, geriebener Möhre und gehacktem, hartgesottenem Eigelb zu ernähren sind.

3. Reptilien und Amphibien: Als Versandbehälter für landlebende Reptilien und Amphibien sind gewöhnliche Holzkisten, am besten von flacher Form, am geeignetsten. Die Größe der Kisten richtet sich natürlich nach Größe und Menge der zu versendenden Tiere;

jedoch ist zu beachten, daß stets das knappste Maß den Vorzug verdient. Auf kurze Entfernungen genügen schon Zigarrenkistchen (die vorher gut ausgelüftet wurden), wogegen auf einem Transporte, der länger als eine Woche dauert, schwache Wände leicht zertrümmert werden. In die vier Seitenwände der Kiste werden je einige Luftlöcher gebohrt, wobei darauf zu achten ist, daß nicht etwa kleine Tiere durch jene entweichen können. Dauert die Reise nicht länger als 3—4 Tage, so darf von Löchern ganz abgesehen werden. Hingegen empfiehlt es sich bei überseeischen Sendungen, an Stelle der bloßen Luftlöcher Fensterchen in die Wände zu schneiden und diese mit engmaschigem Drahtgitter zu bespannen. Man kann die Kiste auch oben ganz mit Drahtnetz überziehen und auf dieses erst Holzstäbe aufnageln. Letztere Art des Verschlusses ist besonders zweckmäßig, wo Zollbehörden sich vom Inhalte der Sendungen überzeugen müssen, ohne daß die Kiste geöffnet zu werden braucht.

Allgemein gilt die Regel, nicht zu viele Tiere in den Versandgefäßen miteinander zu vereinigen. Gewisse Arten sollten nur einzeln verpackt werden, so z. B. Eidechsen mit scharfen Krallen oder Greifzehen; andere sperrt man nur zu zweien oder dreien zusammen, so besonders zarte Eidechsen, dünne Schlangen, ferner im Gegenteil auch sehr schwere, plumpe Tiere, die ihre Mitgefangenen quetschen könnten. Manche Reptilien und Amphibien dürfen dafür in größerer Zahl zusammengepackt werden, Schildkröten und mittelgroße, robuste Schlangen, Frösche und Molche. Stets aber sind große, schwere Exemplare von kleinen, gebrechlichen zu trennen. Das ist wichtiger als Trennung räuberischer oder rauflustiger Tiere; in der dunklen Kiste, während der mannigfachen Unruhen des Transportes hört ohnehin jede Freßgier und Streitsucht wenigstens bei Reptilien und Amphibien von selbst auf.

Um trotz der notwendigen Separierungen mit einer einzigen Sendung eine möglichst große Zahl von Tieren zu befördern, bewerkstelligt man deren Trennung innerhalb der Versandkiste selbst. Am besten steckt man die Tiere getrennt in eine Anzahl gut zugebundener Säckchen — man kann dieselben benützen, in denen man sie bereits während des Fanges untergebracht hatte — und legt diese in der Kiste neben- und übereinander, jedoch so, daß die kleinsten zu oberst, die schwersten zu unterst kommen. Um zu verhüten, daß trotzdem die untersten gedrückt werden, kann man die Säckchen von einer Wand zur andern freischwebend ausspannen oder einige wagrechte Zwischenwände und Querleisten anbringen.

Als Packmaterial benützt man Moos, nebenbei im Notfalle Heu, Stroh, Laub, feine Holzwolle, Papierschnitzel. Keinesfalls darf das Packmaterial staubig oder faulig sein. Sand, Erde, Sägespäne seien ausgeschlossen. In der Kiste, bzw. in deren Abteilen und den Säckchen, wird das Packmaterial derart eingelegt, daß der ganze Raum locker ausgefüllt erscheint. Vorausgesetzt, daß die Tiere nicht gedrückt werden, ist es desto besser, je weniger sie sich rühren können. Vor Aufgabe ist das Packmaterial anzufeuchten. Für Reptilien soll es nur wenig feucht sein; im Gegensatze zu ihnen vertragen die Amphibien eher zu viel als zu wenig Feuchtigkeit.

Enthält eine Sendung Giftschlangen, so ist innerhalb der Gesamtkiste an der betreffenden Abteilung oder dem Säckchen ein warnender Vermerk anzubringen.

Ganz unnütz ist es, Reptilien und Amphibien irgendwelches Futter auf die Reise mitzugeben. Dagegen sind sie gegen Durst, bzw. das Austrocken der Haut wenig widerstandsfähig, weshalb, wie schon betont, für entsprechende Feuchtigkeit zu sorgen ist.

Einige Amphibien und Reptilien, die nur im Wasser leben können, müssen aber in ganz anderer als der bisher beschriebenen Weise verpackt werden: unter den Amphibien sind dies die Larven der Frosch- und Schwanzlurche sowie die Kiemenlurche. Auch für Amphibien, die sich in der Laichzeit befinden, ist Versendung im Wasser vorzuziehen, da andernfalls das Fortpflanzungsgeschäft sicher gestört wird und außerdem die prächtigen Hochzeitsfarben und

zarten Hautanhängsel zunichte werden. Unter den Reptilien kommen nur wenige Tropenbewohner (Weichschildkröten, Wassertrug- und Meeresnattern) für Versendung im Wasser in Betracht. Als Versandgefäße werden am besten Transportkannen aus Eisen- oder Zinkblech, aber auch weithalsige Flaschen, wasserdichte Blechbüchsen oder Holzfäßchen verwendet.

Die Transportkannen sind ähnlich gebaut wie Milchkannen, nämlich ebenfalls rund, nach oben verengt und an einem Henkel zu tragen; als Verschluß dient ein siebartig durchlöcherter Blecheinsatz in dem verengten Halse. Die gewöhnlichste Fabrikgröße besitzt folgende Dimensionen: Durchmesser der Bodenfläche 25 cm, Gesamthöhe 22 cm, Höhe des Halses 4 cm, Weite des Halses 10 cm. Dieses Dimensionsverhältnis sollte für entsprechend größere oder kleinere Kannen ungefähr eingehalten werden. Bis höchstens zu der Stelle, wo ihre Verengerung beginnt, werden die Kannen mit Wasser gefüllt; zur Verhütung starker Erschütterungen wirft man eine Handvoll Wasserpflanzen hinein. Bei weiten Entfernungen faulen aber Wasserpflanzen, man hilft sich dann mit etwas zerzupftem Roßhaar oder läßt einige kleine Holzbrettchen schwimmen. Doch dürfen sie den Tieren, die manchmal mit der Schnauze über Wasser stoßen wollen, nicht die ganze Oberfläche versperren. Damit die Kannen nie der heißen Sonne ausgesetzt sind, bringt man einen entsprechenden Vermerk neben der Adresse an und umhüllt sie außerdem zur Vorsicht mit Strohgeflecht oder einem Überzug aus grober Sackleinwand.

Benützt man an Stelle der Kanne eine Glasflasche, so geht man in folgender Weise vor: die Flasche — es kann eine gewöhnliche Trinkflasche sein — wird in einer Kiste derart verpackt, daß sie rings von Stroh, Holzwolle oder Werg dicht umgeben ist. Der Flaschenhals ragt aus einem Ausschnitt des Kistendeckels etwas heraus. Bis zu der Stelle, wo sie sich stark verengt, wird die Flasche mit Wasser gefüllt und dann fest verkorkt; den Stöpsel durchbohrt man mit einem Röhrchen oder dicken Federkiel, der den Stöpsel beidseits etwas überragt.

Auch der Laich von Amphibien muß im Wasser und folglich mit Hilfe von Kannen, Büchsen oder Fläschchen verschickt werden. In Flaschen sind höchstens die Eischnüre der Kröten oder die einzeln an Pflanzen abgelegten Eier der Molche zu verpacken, nicht aber die dicken Eiklumpen der Frösche. Für Versendung von Laich genügt ein ganz niedriger Wasserstand, und die Gefäße sind so dicht mit Eiern, der überschüssige Raum mit Wasserpflanzen zu füllen, daß starke Erschütterungen vermieden oder wenigstens abgeschwächt werden.

Um ein Nachfüllen und Erhöhen des Wasserstandes von unbefugter Seite zu verhindern, kann man das Gefäß in gewünschter Höhe ringsum mit einigen kleinen Löchern, durch die nachgegossenes Wasser natürlich sofort abfließt, versehen.

4. **Fische:** Für den Fischtransport gilt unverändert das meiste, was soeben von den wasserbewohnenden Amphibien gesagt wurde. Verwendet man Holzfässer, so dürfen sie nicht mehr nach Spirituosen, Terpentin, Petroleum u. dgl. duften, und erhalten statt des Spundloches ein etwas größeres, siebartig durchlöchertes Einsatzstück. Am geeignetsten sind aber auch hier die zuvor beschriebenen Transportkannen, die aber, falls es sich um Meeresfische handelt, emailliert oder verzinnt sein müssen. Damit das Email nicht abspringt, umhüllt man die Kannen in gleichfalls bereits angegebener Weise mit Sackleinwand oder Strohgeflecht.

Das Wasser, worin Fische verschickt werden sollen, ist womöglich demselben Gewässer zu entnehmen, wo jene gefangen wurden. Soll eine Anzahl Fische vor Versand längere Zeit aufbewahrt werden, so daß ein Wasserwechsel nötig wird, so gewöhne man sie allmählich an das vorhandene Brunnen-, Quell- oder sonstige Nutzwasser. Die Wassererneuerung darf stets nur eine teilweise sein, und das neue Wasser muß dieselbe Temperatur haben wie das alte.

Allgemein gilt die wichtige Regel, nicht zu viele Fische in einer einzigen Kanne unterzubringen, namentlich nicht Raub- und Friedfische sowie Exemplare von bedeutendem Größen-

unterschied. Gewöhnlich rechnet man $1\frac{1}{2}$ l Wasser auf einen ungefähr fingerlangen Fisch; Fische aus klaren, besonders fließenden Gewässern benötigen mehr, solche aus schmutzigen Tümpeln weniger Wasser.

Fischsendungen sollte man immer als bringend (expreß) aufgeben und — von Tropenfischen abgesehen — am besten bei kühler Witterung. Fische der gemäßigten Zonen können meist auch während des Winters verschickt werden, zumal die Bewegung des Wassers während des Transportes ein Gefrieren verhindert. Ist man gezwungen, eine Sendung heimischer Fische bei warmem Wetter abgehen zu lassen, so lege man in den Blecheinsatz, mit dem die Kannen verschlossen sind, einige Stücke Eis. Umgekehrt kommen für den Transport von Tropenfischen bei kühler Witterung heizbare Transportkannen verschiedener Systeme in den Handel.

Fischeier verpackt man entweder ebenfalls in wassergefüllte Kannen oder schlägt sie in feuchte Tücher oder bettet sie in feuchtes Moos ein; dazwischen legt man für Eier heimischer Fischarten jedenfalls etliche Eisstücke, da niedrige Temperaturen für Versendung des Laiches noch wichtiger sind als für die Fische selbst.

5. Weichtiere: Gehäusetragende Landschnecken verpackt man ganz einfach in Kisten zwischen trockenen Sägespänen, Holzwolle, Moos oder ähnlichem trockenen Packmaterial. Dünne zerbrechliche Gehäuse umwickelt man mit Papier, größere einzeln, kleine zu mehreren beisammen. Die so entstandenen Papierpaketchen legt man in der Versandkiste dicht neben- und übereinander, und zwar so, daß die größeren zu unterst kommen.

Nackte Landschnecken müssen im Gegensatze zu den gehäusetragenden feucht verpackt werden, also zwischen feuchtem Moos oder Blättern, entweder ebenfalls in Kisten oder in Blechbüchsen, die durch einen Überzug vor Sonnenbestrahlung geschützt sind.

Süßwasserschnecken und -muscheln versendet man auf kürzere Entfernungen (Reisedauer bis zu einer Woche) eingebettet in nasse Wasserpflanzen oder nasses Moos, und zwar in vor Hitze geschützten Blechgefäßen, die reichlich mit Luftlöchern zu versehen sind. Sind die zu verschickenden Schaltiere sehr klein, so wickelt man sie in größerer Anzahl noch lose in dünnes Papier, am besten Seidenpapier, und legt die tüchtig eingenäßten Paketchen zwischen nasse Wasserpflanzen. Die Feuchtigkeit erhält sich so länger. — Auf größere Entfernungen hin verschickt man Süßwassermollusken im Wasser, und zwar in Blechkannen, wasserdichten Büchsen oder Holzfäßchen ganz so, wie es für den Fischtransport beschrieben wurde, jedoch allenfalls mit weniger Wasser und viel mehr den Raum locker ausfüllenden Wasserpflanzen. Sind die Gehäuse und Schalen nicht so groß und schwer, daß durch ihr Hin- und Herschütteln die Fische verletzt werden könnten, so kann man aber anderseits Schnecken und Muscheln auch einer jeden Fischsendung mitgeben.

Für die Versendung von Meeresmollusken (außer Zephalopoden) gilt in bezug auf die Entfernung des Bestimmungsortes dasselbe, was eben von den Süßwassermollusken gesagt wurde: dauert die Reise nicht mehr als maximal eine Woche, so dürfen sie außer Wasser in Kistchen oder Körben (sehr verwendbar die runden Obstkörbe!) zwischen Seetang, Schwammstückchen oder Sphagnum (Torfmoos) verpackt werden. Das Packmaterial ist knapp vor Aufgabe tüchtig mit Meerwasser einzunässen. Auf größere Entfernungen hin (Zephalopoden stets) müssen sie jedoch im Wasser verschickt werden; bezüglich der hierzu brauchbaren Versandgefäße gilt zunächst dasselbe, was früher schon für den Versand von Meeresfischen betont wurde; falls man Blechkannen benutzt, müssen sie innen und außen emailliert, verzinnt, angestrichen (Ölfarbe, Zelluloidlack) oder mit einem Überzug aus Paraffin (das vorher natürlich durch Erhitzen dünnflüssig gemacht worden war) versehen sein, damit jeder Angriff seitens des Seewassers auf das Metall streng vermieden werde, nicht so sehr im Interesse der

Erhaltung unserer Transportkannen als im Interesse der Tiere, die durch Metallzusätz im Wasser vergiftet würden.

Völlig sicher geht man deshalb, Metall beim Seetiertransport überhaupt zu vermeiden, und das geschieht durch Benützung von Holzbottichen oder durch folgendes Verpackungssystem: die Tiere werden in gewöhnliche, breite Zuckerhafen oder irdene Töpfe von 2—6 l Inhalt gebracht, in jedes Gefäß aber nur wenige, da man für jedes größere Meerestier etwa 1 1/2 l Meerwasser rechnen muß. Unmittelbar vor Aufgabe bindet man die Gefäße mit starkem Pergamentpapier zu und stellt sie, zwischen Holzwolle, Heu, Werg, Papier u. dgl. sicher verpackt, nebeneinander in eine Kiste, die oben mit einigen quer aufgenagelten Latten (nicht mit massivem Holzdeckel) verschlossen wird. Statt der Holzkiste lassen sich auch Körbe mit geflochtenen Abteilen verwenden; auf jeden Fall bringe man außen bequeme Handhaben an.

In die Papierverschlüsse der einzelnen Gefäße darf man keine Luftlöcher stechen; die Gefäße werden bis nahe an den Rand mit frischem, reinem, womöglich vor dem Aufgeben mittels eines Durchlüftungsapparates (siehe das Kapitel über Aquarien) sauerstoffgeschwängertem Meerwasser gefüllt. Zwischen Papierdeckel und Wasserfläche soll sich ein kleiner Luftraum befinden. Leichte Wasserbewegung wirkt günstig wegen der damit verbundenen Luftaufnahme; es empfiehlt sich daher, bei Transportkübeln und -kannen das feste Stehen durch eine quer über den Boden laufende, aufgenagelte Latte in ein mäßiges Hin- und Herpendeln — natürlich ohne Umsturzgefahr — zu verwandeln.

Kritisches Literaturverzeichnis

zu: „Fundplätze, Fang und Transport der Weich- und Wirbeltiere".
(Ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

1. Bücher und Aufsätze.

Berge, F., „Conchylienbuch". — 726 Abb., 263 S., Stuttgart, Krais & Hoffmann, 1855: bringt S. 254—258 knappe Anweisung zum Sammeln, Kaufen und Transportieren, die dennoch einiges enthalten, was sonst nicht zu finden.

Bertram, G., „Über das Sammeln und Beobachten der Mollusken". — Natur 1912 Heft 13: kurze, mehr methodisch als technisch gehaltene Anleitung zur Verwertung der Sammlerergebnisse.

Brauer, A., „Die Süßwasserfauna Deutschlands". Eine Exkursionsfauna. Jena, G. Fischer, 1908 bis 1912. In 19 Gruppen werden die einzelnen Tiergruppen systematisch, aber auch ökologisch und biologisch so erschöpfend behandelt, daß das Werk für jeden Sammler, gleichviel zu welchem Zwecke er sammelt, unentbehrlich wird.

Cori, C. J., „Der Naturfreund am Strande der Adria". — 1 farbige, 21 Tafeln in Schwarzdruck, 191 Fig., 148 S. Leipzig, Dr. Werner Klinkhardt, 1910: enthält Hinweise auf die Fangmethoden einheimischer Fischer und biologischer Meeresstationen; lehrt die Fundstellen kennen.

Dalla Torre, K. W. v., „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Alpenreisen". — Bd. II, S. 4—114 „Anleitung und Beobachten der alpinen Tierwelt". — Wien, Verlag des Deutschen u. Österr. Alpenvereins, 1882: trotz des weit zurückliegenden Erscheinungsjahres wegen ihrer originellen und weit über die im Titel gezogene Grenze (Alpengebiet) hinausgehenden Darstellung eine der wertvollsten Anleitungen.

Francé, R., „Aus der Formenwelt der einheimischen Schnecken". — Natur 1911 Heft 9: etliche Notizen über die Möglichkeit, einige seltene Arten zu finden.

Geyer, D., „Unsere Land- und Süßwassermollusken". — Stuttgart, K. G. Lutz, 2. Aufl., 18 Tafeln, 1909/10, ℳ 3,75: sehr gediegene Behandlung unseres Gegenstandes in einem eigenen Anhang von 17 Seiten mit Bezug auf die Molluskenfauna Deutschlands.

Kammerer, P., „Anleitung zum Versenden lebender Tiere und Pflanzen". — Wien, Verlag der Biologischen Versuchsanstalt, 1902: behandelt besonders die Transporttechnik, jede Gruppe von Lebewesen auf einem besonderen Blatt.

Kammerer, P., „Eine Naturforscherfahrt durch Ägypten und den Sudan". — 27 Phot., 21 Zeichn., 46 S., Braunschweig, G. Wenzel & Sohn, 1906: S. VIII—X ausführliche Beschreibung der Ausrüstung des Sammlers, auch für andere als die im Titel genannten Länder gültig.

Kammerer, P., „Das Terrarium und Insektarium". — 87 Abb., 209 S., Leipzig, Th. Thomas, 1912: ein besonderes Kap. (S. 184—192) über „Fang und Transport".

Kuckuck, P., „Der Strandwanderer. Die wichtigsten Strandpflanzen, Meeresalgen und Seetiere der Nord- und Ostsee". — München, J. F. Lehmann, 1905: entspricht für die Nord- und Ostsee etwa dem Adria-Werke von Cori (siehe dieses), ist aber weniger ausführlich in bezug auf unseren Gegenstand.

Reibisch, Th., „Der Conchyliensammler". — Teil B des „Naturaliensammler" von Kiesenwetter und Reibisch, extra käuflich. — Leipzig, O. Spamer, 1876: veraltetes, trotzdem noch sehr brauchbares Büchlein, da es das Sammeln und Transportieren von Land-, Süßwasser- und Meeresmollusken in verhältnismäßiger, heute seltener Ausführlichkeit behandelt.

Schermer, E., „Die Molluskensammlung". — Natur 1912 Heft 24: im wesentlichen das Bekannte, aber einige beachtenswerte, oft vernachlässigte Kautelen der Festlegung von Fundort und -zeit usw.

Schuberg, Aug., „Zoologisches Praktikum", I. Bd. — 177 Abb., 478 S., Leipzig, W. Engelmann, 1910: S. 9—21 „Beschaffung des Untersuchungsmaterials; Sammeln; Exkursionen" usw. 1. Die Exkursionsausrüstung, 2. das Sammeln, 3. der Transport der gesammelten Tiere. Etwas knapp, mehr für den Bedarf des Laboratoriums- als des Museumszoologen und Biologen, aber für viele Fälle ausreichend.

Shufeld, R. W., „Über das Sammeln von Eiern und Muscheln". — Natur und Haus XV, 161, 183, 1907.

Ziegeler, M., „Das Leben der Süßwasserschnecken". — Heft 14/15 der Bibliothek für Aquarien- und Terrarienkunde, 103 phot. Abb., 76 S., Braunschweig, G. Wenzel & Sohn, 1908: ein besonderes Kap. (S. 15—18) über „Leben, Fang, Pflege und Züchtung".

2. Zeitschriften.

Spezialzeitschriften, nur für Sammel- und Transporttechnik, gibt es nicht. Manche, die nach dem Titel einschlägig erscheinen, bringen entweder nur Systematik, Nomenklatur und Präpariertechnik, oder dienen kommerziellen Zwecken mit ihren Tausch- und Kauflisten. Die hier aufgezählten aber enthalten zahlreiche auf unseren Gegenstand bezügliche Artikel:

„Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde" (1913 im XXIV. Jahrg., wöchentlich, herausg. von Dr. W. Wolterstorff, Verlag von J. E. G. Wegener Stuttgart). Zahlreiche Exkursions-, Reise- und Importberichte enthalten wertvolle Anweisungen zum Sammeln und Heimbringen besonders von kaltblütigen Wirbeltieren.

„Nachrichtsblatt der Deutschen Malacozoologischen Gesellschaft" (1913 im XLV. Jahrg., vierteljährlich, herausg. von Dr. W. Kobelt, Verlag M. Diesterweg, Frankfurt a. M.).

„Natur" (1913 im IV. Jahrg., halbmonatlich, herausg. von Professor Dr. Bastian Schmid und Dr. Curt Thesing, Verlag Th. Thomas, Leipzig).

„Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde (1913 im X. Jahrg., wöchentlich, herausg. von Chr. Brüning, Verlag G. Wenzel & Sohn, Braunschweig). Siehe die Bemerkung bei „Blätter f. Aqu.- u. Terr.-Kunde".

„Zeitschrift für biologische Technik und Methodik" (1913 im IV. Bande, zwanglose Hefte, herausg. von Dr. Martin Gildemeister, Verlag Joh. Ambr. Barth, Leipzig).

„Zoologische Beobachter, Der" (1912 im 53. Jahrg., monatlich, Verlag Mahlau & Waldschmidt, Frankfurt a. M.). Besonders für Warmblüter, insofern gerade die Ergänzung der beiden genannten Aquarien- u. Terrarienzeitschriften.

Bezugsquellen

(zu: „Fundplätze, Fang und Transport der Weich- und Wirbeltiere")
vorzugsweise die mir aus persönlicher Erfahrung als empfehlenswert bekannten:

Baumgardtner, Josef, Wien II/2 Franzensbrückenstr. 4: Eisenwaren, worunter für unseren Bedarf alle Arten von Fallen.

Böttcher, E. A., Berlin C 2, Brüderstr. 15: Naturalien- und Lehrmittelanstalt nebst Utensilien.

Frič, V., Prag: Naturalien- und Lehrmittelanstalt nebst Utensilien.

Oßwald, J. Nachfolger (J. Gerhard), Wien I, Wollzeile 11: Fischereigerätschaften; stellte ferner nach entsprechenden Angaben die im Text beschriebenen Fangstöcke für Eidechsen aus Angelruten her; künstliche Fliegen ohne Angelhaken zum Ködern der Eidechsen.

Schlüter, Wilh., Halle a. S.: Naturalien-, Lehrmittel-, Bedarfsartikelhandlung.

Scholze & Pötzschke, Berlin 27, Alexanderstr. 27/28: Fang- und Transportutensilien, lebende Tiere, bes. Reptilien, Amphibien, Fische.

Tartagli, Augusto, Brozzi bei Florenz: lebende Tiere, besonders Reptilien, Amphibien, kl. Säuger, aber auch anderes auf besondere Bestellung gut erhältlich. Korrespondenz nur italienisch.

Voelschow, Arnold, Schwerin i. Mecklenburg: Naturalien, bes. Insekten und Mollusken, auch lebende.

Winkler & Wagner, Wien XVIII, Dittesgasse 11: in erster Linie entomologische Handlung, fertigte aber die meisten Utensilien (Netze [Wasser-, Flug-, Streifsack], Exkursionstaschen, Transportkäfige usw.) für die Biologische Versuchsanstalt in Wien, nach deren Angaben.

Zwickert, Ad., Kiel, Dänische Straße 23/25: Exkursionsgeräte, Netze, bes. für den Oberflächenfang.

Konservieren von Pflanzen.

Von Prof. Dr. B. Schorler, Realschuloberlehrer und Kustos des Kgl. Herbariums, Dresden.

Einleitung.

Wenn sich der Lehrer in der Pflanzenkunde nicht auf das Besprechen schöner Abbildungstafeln beschränken will — und das dürfte heute wohl nirgends mehr vorkommen —, so ist er auf natürliche Objekte angewiesen, auf die frische oder irgendwie konservierte Pflanze bzw. Teile einer solchen. Aber selbst wenn ihm frisches Material zur Verfügung steht, so hat er dieses immer nur in einem bestimmten Entwicklungszustand, entweder in Blüte oder Frucht. Will er aber seine Schüler mit der ganzen Lebensgeschichte einer Art bekannt machen, so kommt er ohne konserviertes Material nicht aus. Ein Schulgarten gibt zwar die Möglichkeit, den Jahreszyklus gewisser Pflanzen den Schülern nach und nach vorzuführen. Aber wie wenige Schulen sind in dem glücklichen Besitz eines wohleingerichteten Gartens. Und botanische Exkursionen mit Schülern in die Umgebung zur Beobachtung der Pflanzenwelt können, namentlich in großen Städten, auch nur in einer beschränkten Zahl ausgeführt werden. So ist die Notwendigkeit einer botanischen Sammlung ebenso zwingend wie solche für Zoologie und Mineralogie.

Die botanische Sammlung vieler Schulen beschränkt sich auch heute noch vielfach auf ein systematisch angeordnetes Herbarium, das irgendein Sammler, dem es vor allem auf die Vollständigkeit des Artenkataloges ankam, der Schule geschenkt hat. Dieses ist zwar für den angehenden Lehrer außerordentlich wertvoll, um Pflanzen kennen zu lernen. Denn eine ausreichende Artenkenntnis ist für einen gedeihlichen Unterricht unbedingtes Erfordernis. Und auch bei der Bestimmung schwierig bestimmbarer Arten liefert es wichtige Hilfen. Aber für den heutigen Unterricht ist es in seiner alten Einrichtung nahezu unbrauchbar. Da dessen Ziele sich heute gewandelt haben, so muß auch das Herbarium den neuen Aufgaben sich anpassen. Aus dem systematischen Herbarium muß ein biologisches oder ökologisch-pflanzengeographisches werden.

Nun lassen sich aber nicht alle für die Schulsammlung wichtigen pflanzlichen Objekte herbarmäßig aufbewahren. Das gilt besonders für große und namentlich fleischige Früchte und Pilze. Diese müssen entweder getrocknet in Kästen oder in Gläsern mit Alkohol oder Formalin konserviert werden und bilden dann wichtige Ergänzungen zu den Herbarien. Es tritt also zu der trockenen noch eine nasse Konservierung, ganz wie in der Zoologie auch. Unberücksichtigt lassen wir hier das Aufbewahren mikroskopischer Objekte, das bereits in dem Abschnitt über mikroskopisch-botanische Technik behandelt worden ist. Ehe wir uns aber den verschiedenen Konservierungsmethoden zuwenden, müssen wir uns erst mit der Beschaffung des Materials vertraut machen.

I. Beschaffung des Materials.

Eine Reihe von Sammlungsobjekten kann zwar durch Kauf von gewissen Firmen bezogen oder wohl auch durch staatliche botanische Gärten geliefert werden. Aber durch diese Bezugs-

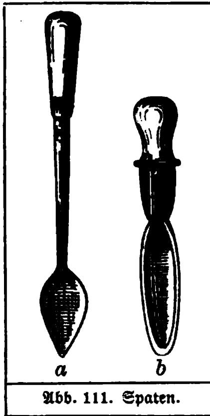


Abb. 111. Spaten.

quellen erhält der Lehrer nicht immer das, was er gerade für seinen Unterricht braucht. Da muß die Selbsttätigkeit des Lehrers eingreifen, um das Material zu beschaffen. Zwei Möglichkeiten stehen ihm hierbei offen, das Sammeln in der freien Natur und die Anzucht in künstlichen Kulturen.

A. Das Sammeln.

1. Ausrüstungsgegenstände.

Auf Spaziergängen ins Freie kann zwar gelegentlich das eine oder andere, wohl auch wertvolle Objekt gesammelt werden, aber für das Schaffen einer planmäßig angelegten Sammlung sind gut ausgerüstete botanische Exkursionen nötig. Die unbedingt notwendigen Ausrüstungsgegenstände sind ein Taschenmesser, ein Spaten, eine Botanisiertrommel oder eine Sammelmappe, Lupe und Notizbuch. Dazu kommen noch für das Sammeln von Kryptogamen Papiersäckchen, Gläser usw.

Das Taschenmesser muß scharf und stark sein und darf nicht leicht umklappen, ein sog. Nickfänger ist daher besonders zu empfehlen.

Der Spaten oder Pflanzenstecher (Abb. 111) ist für das Ausgraben der Stauden unentbehrlich. Er soll nicht nur beim Umstechen der Pflanzen, sondern auch beim Ausheben der umstochenen Erdballen, also als Hebel dienen. Deshalb muß er recht kräftig sein. Die meisten käuflichen Spaten sind aber zu schwach und biegen sich beim Ausheben leicht um. Die Firma Fr. Ganzenmüller in Nürnberg bringt jetzt unter den Namen Englischer Botanisierspaten (Abb. 111 *b*) und Aschersons Spaten (Abb. 111 *a*) zwei solche in den Handel, die allen Anforderungen genügen. Der Englische Spaten ist ein schmaler Hohlspaten aus Gußstahl mit Holzgriff von 29 cm Länge und kostet 3,20 *M*. Der zweite Spaten, der nach den Angaben des jüngst verstorbenen Professors der Botanik Geh. Regierungsrates Dr. P. Ascherson hergestellt wurde, ist flach, besteht auch aus Stahl, hat einen eingeschraubten Holzgriff und eine Schaufel mit scharfen Rändern, ist 37 cm lang und stellt sich auf 3,50 *M*. Den Spaten nach Ascherson führt jetzt auch die Leipziger Lehrmittelanstalt von Dr. O. Schneider in Leipzig in noch stärkerer Ausführung im Preise von 5 *M*. Zum bequemen Transport der Spaten kann man sich eine Lederscheide mit Leibriemen anfertigen lassen.

Zum Sammeln von Wasserpflanzen, die man vom Ufer aus nicht mit der Hand oder einem Spazier- besser Ausziehstock erlangen kann, benutzt man mit Vorteil kleine 10—15 cm lange eiserne Anker, die auch als Angelhaken bezeichnet werden (s. Abb. 112 *a* u. *b*). Man bindet diese an eine Schnur, wirft sie in das Wasser mit den Wasserpflanzen und zieht sie dann an der Schnur wieder heraus. Dabei schlingen sich die Pflanzenstengel um die Haken, werden abgerissen und gelangen so in die Hände des Sammlers. Um die Wasserpflanzen mit dem Haken zu verschlingen und ein Abgleiten beim Herausziehen zu vermeiden, hat Willkomm den Haken die in Abb. 112 *b* dargestellte Form gegeben. Unangenehm sind die Haken beim Transport. Wer allerdings mit Trommel sammelt, kann sie in dieser bequem unterbringen.

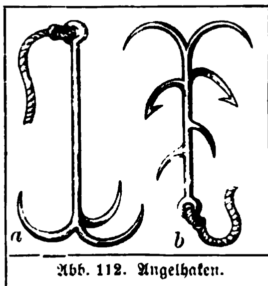


Abb. 112. Angelhaken.

Die Botanisiertrommel (Abb. 113 *a* u. *b*), der altbekannte Ausrüstungsgegenstand für den sammelnden Botaniker, ist auch heute noch für viele Sammelgänge unentbehrlich. Namentlich dann, wenn man die oft umfangreichen unterirdischen Vegetationsorgane oder

größere Hutpilze unterbringen will. Einen weiteren Vorzug hat die Trommel insofern, als sie sich leicht öffnen läßt, und dadurch die gesammelten Pflanzen rasch unterzubringen sind. Aber sie hat auch ihre unleugbaren Nachteile. Vor allem hindert sie die freie Beweglichkeit des Sammlers. Das ist besonders bei Gebirgspartien oder überhaupt bei schwierig passierbarem Gelände lästig. Auch das Vermengen der Pflanzen verschiedener Standorte, das Verletzen zarter durch die Stacheln und Dornen harter und das Beschmutzen durch Wasserpflanzen sind weitere Nachteile der Kapsel, die man aber durch zweckentsprechende Auswahl oder durch das Einschlagen der einzelnen Arten in Papier leicht vermeiden kann. Untergetauchte Wasserpflanzen, wie die *Potamogeton*-Arten verwelken beim Transport in der Trommel regelmäßig. Das kann man nur verhindern, wenn man jede einzelne in nasses Pergamentpapier einschlägt. Die Trommel darf nicht zu klein sein, 50 cm für die einfächerige (Abb. 113*a*) und 60—70 cm für die zweifächerige (Abb. 113*b*) sind empfehlenswerte Größen. Auch nehme man den Tragriemen nicht zu schmal, weil ein solcher leicht drückt. Die Büchsen können im Preise von 4—7 *M* von F. Ganzenmüller in Nürnberg oder der Leipziger Lehrmittelanstalt von Dr. O. Schneider bezogen werden.

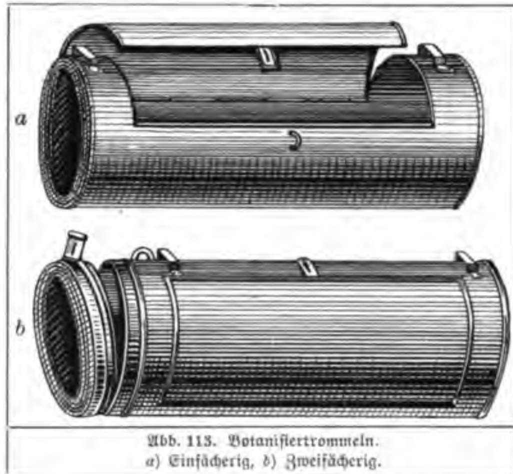


Abb. 113. Botanisiertrommeln. *a*) Einfächerig, *b*) Zweifächerig.

Die Sammelmappe (Abb. 114—119). Sie wird von vielen der Botanisiertrommel vorgezogen, hat aber auch ihre Licht- und Schattenseiten, die jeder bald herausfinden wird. Als Sammelmappe kann im einfachsten Falle eine starke Herbarmappe dienen, also zwei Pappdeckel mit Bändern zum Zuschnüren, zwischen die man die nötigen Mengen von Löschpapierbogen legt. Doch hält eine solche Mappe nicht viel aus, namentlich bei Regenwetter. Als vorzüglich und unverwüstlich empfiehlt G. Beck[1]) eine von ihm viele Jahre erprobte Mappe, die er mit folgenden Worten beschreibt: „Die beiden mit Ledereeken versehenen Deckel (*O*, *U*) aus starker Pappe (44 : 28 cm) sind außen mit wasserdichtem Segeltuch, innen mit Leinwand überzogen. Der obere Teil (*O*) besitzt eine ausdehnbare Tasche (*T*), der untere Teil (*U*), welcher innen je vier 30 cm breite Leinwandlappen zum Einschlagen besitzt (Abb. 119), trägt außen die Tragvorrichtung. Letztere besteht aus vier ungleichlangen Riemen, von denen jeder an einem Ende einen festen Ring besitzt. Zwei Riemen haben am anderen Ende eine Schnalle (und zwar t_1 mit 40 cm und t_4 mit 14 cm Länge), die zwei anderen laufen in durchlochte Enden aus (und zwar t_2 mit 64 cm und t_3 mit 38 cm Länge). Zwei 90 cm lange, am Oberteile bei *a* befestigte und durch-

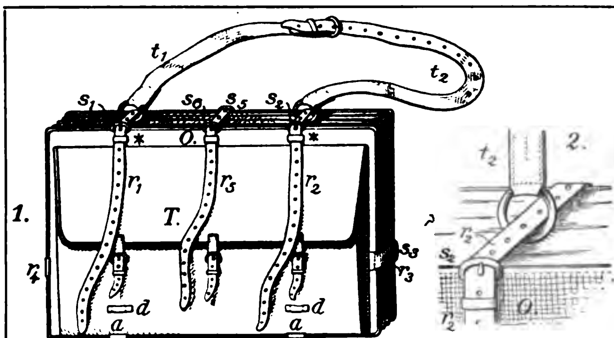


Abb. 114 u. 115. Sammelmappe nach G. Beck. 1. Geschlossen, zum Umhängen hergerichtet, von vorn (oben). 2. Befestigung des Tragriemens für diese Tragweise.

1) Günther Ritter Beck von Mannagetta: Hilfsbuch für Pflanzensammler. Leipzig. Engelmann 1902. S. 3.

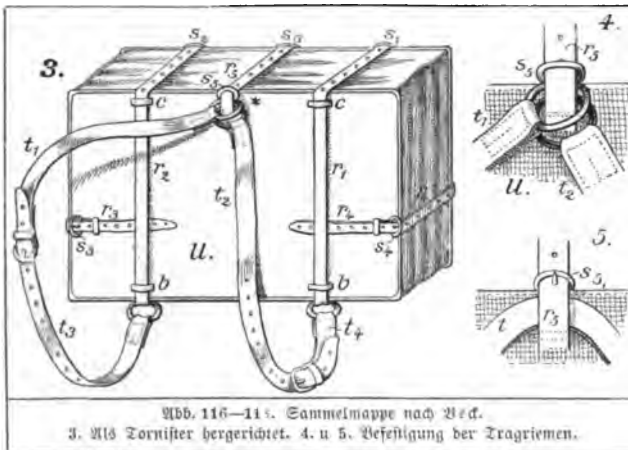


Abb. 116—118. Sammelmappe nach Beck.
3. Als Tornister hergerichtet. 4. u. 5. Befestigung der Tragriemen.

lochte Riemen (r_1, r_2) laufen durch je zwei am Unterteile außen befestigte Schleifen (b, c); sie schließen, mit den am Oberteile außen befestigten Schnallen (s_1, s_2) verbunden, die Mappe an der längeren Seite, während die 35 cm langen, durchlochten, am Oberteile befestigten Riemen r_3, r_4 dasselbe mit den am Unterteile befindlichen Schnallen s_3, s_4 an den Schmalseiten besorgen. Zur Verhinderung des Herumschlenkerns der freien Enden dieser Riemen können dieselben in die Schleifen a (Abb. 114) bzw. unter die Riemen r_1, r_2 (Abb. 116) gesteckt werden.

Hängt man bei geschlossener Mappe die miteinander verbundenen Tragriemen (t_1, t_2) mit ihren Ringen an die Riemen r_1, r_2 zwischen den Schnallen s_1 bzw. s_2 und dem Unterteil ein (Abb. 114, 115), so kann man die Mappe taschenartig umhängen.

Um die Mappe als Tornister zu tragen, hängt man die Ringe der Tragriemen t_{1-2} an den am Unterteile befestigten Riemen r_5 zwischen seiner Befestigungsstelle und Schnalle s_5 (Abb. 116*, 117) und verbindet r_5 mit der am Oberteile befestigten Schnalle s_6. Die Tragriemen t_{3-4}, mit ihren Ringen unten zwischen a und b an den Riemen r_{1-2} eingehängt, werden sodann mit t_1 bzw. t_2 verbunden (Abb. 116, 119).

Es kann aber als Tragvorrichtung auch nur ein mit zwei Ringen versehener längerer Riemen benutzt werden, dessen Ringe wie in Abb. 116 bei b eingehängt werden und dessen Mitte unter r_5 (Abb. 118) durchläuft. — Karabiner und Ketten sollen wegen der Gebrechlichkeit bei der Umhängevorrichtung vermieden werden".

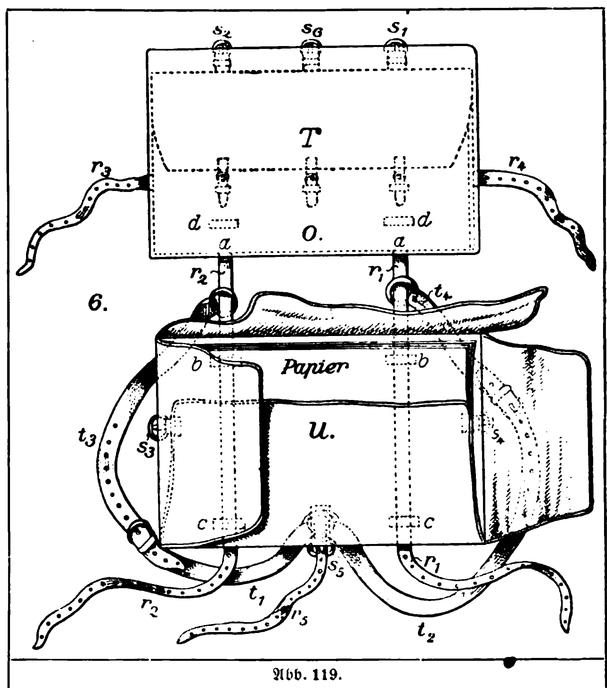


Abb. 119.

Als Vorzüge dieser Mappe gibt Beck an: „Sie kann ob der eigentümlichen Tragvorrichtung auf dem Rücken als Tornister und umgehängt bequem an der Seite getragen werden. Die Öffnung derselben kann ohne Beeinträchtigung der Tragvorrichtung erfolgen und verlangt nach Ablegung bei mäßiger Füllung (wo r_{3-5} offen bleiben können) nur das Öffnen von zwei Schnallen (s_1, s_2). Nur bei sehr stark gefüllter Mappe müssen auch noch s_{3-6} geöffnet werden... Die Pflanzen halten sich infolge der Schutzleinen selbst 3—4 Tage frisch. In der Rückentasche läßt sich sehr viel (Proviant, Utensilien, Gläser, kleiner

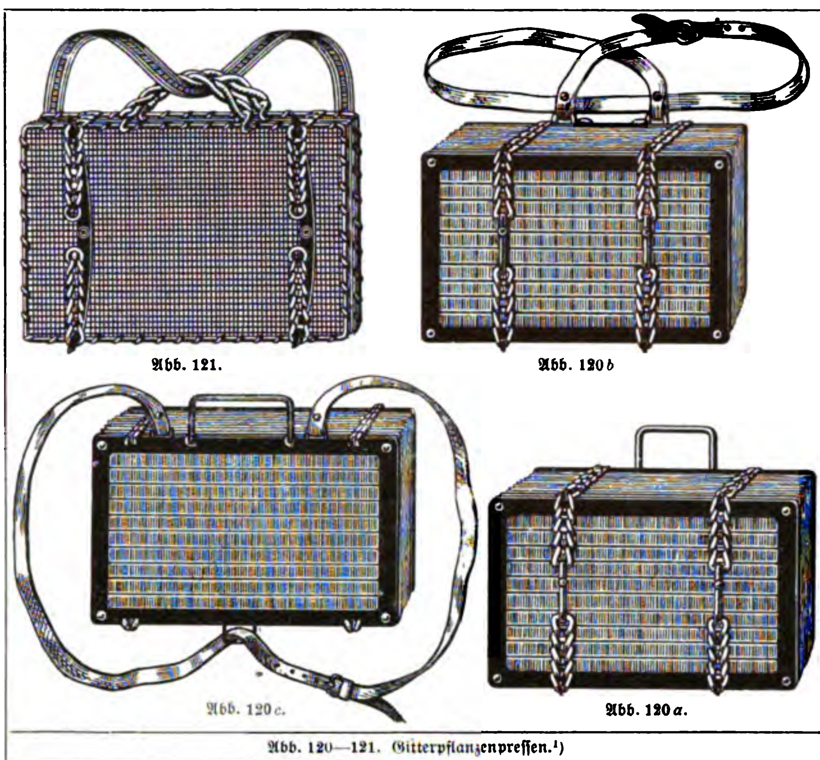

Abb. 121. Abb. 120b Abb. 120c. Abb. 120a.

Abb. 120—121. Gitterpflanzenpressen.[1])

photographischer Apparat, dicke Kryptogamen und Früchte usw.) versorgen. Überkleider sind leicht anzuschnallen. Wäsche und dgl. ist leicht mitzuführen."

„Will man", schreibt Beck weiter über ihre Handhabung, „Pflanzen in der Mappe frisch nach Hause bringen, so gibt man in dieselbe Bogen von stärkerem, geleimten Papier und legt die Pflanzen ohne besondere Sorgfalt, aber nicht haufenweise, ein. Zu Hause angelangt, nimmt man die gefüllten Bogen heraus, bespritzt die Pflanzen in denselben mit Wasser und legt die Bogen wieder locker aufeinander in eine Tuchumhüllung. Über Nacht sind die Pflanzen frisch und so erholt, daß sie morgens mit Leichtigkeit eingelegt und mit allen notwendigen Notizen versehen oder untersucht werden können. Will man die Pflanzen in der Mappe gleich einlegen bzw. pressen, so nimmt man in derselben wassersaugendes helles Einlegepapier mit und legt direkt ein."

Nach den vorstehenden ausführlichen Angaben ist es leicht möglich, die Mappe von einem Sattler oder Buchbinder oder, wo dieses angängig ist, in dem Handfertigkeitsunterricht der Schule selbst herstellen zu lassen. Andere Bezugsquellen sind dem Verfasser nicht bekannt.

Die Firma Ganzenmüller in Nürnberg hat sich jedoch auf eine Anfrage des Verf. bereit erklärt, die Mappen bei Bedarf anfertigen zu lassen. Es sei übrigens noch darauf hingewiesen, daß die Herstellung einer etwas einfacheren Sammelmappe von U. Dammer in seinem Handbuch für Pflanzensammler S. 7 ausführlich angegeben wird.

Als Sammelmappen werden auch vielfach die bekannten Auerswaldschen Drahtmappen oder Gitterpflanzenpressen (Abb. 120 und 121) benutzt, die für diesen Zweck mit Tragvorrichtungen und Riemen versehen werden. Nur haben diese den Beckschen Pflanzenmappen gegenüber den Nachteil, daß sie die eingelegten Pflanzen bei Regenwetter nicht vor dem Naßwerden schützen. Da muß man sie dann unter dem Mantel oder in Ledertaschen bzw. dem Rucksack unterbringen. Ihre Konstruktion und Handhabung geht aus den beigegebenen Abbildungen hervor. Es sind eiserne Rahmen mit Drahtgeflecht, die durch Messingketten verbunden werden. Abb. 120*a* zeigt die Einrichtung zum Tragen in der Hand und Abb. 120*b* mit Tragriemen zum Umhängen. Soll die Presse tornisterartig auf dem Rücken getragen

1) Abb. 120*b* u. *c* nach R. Mißbach: Der Pflanzensammler. Stuttgart, Strecker u. Schröder.

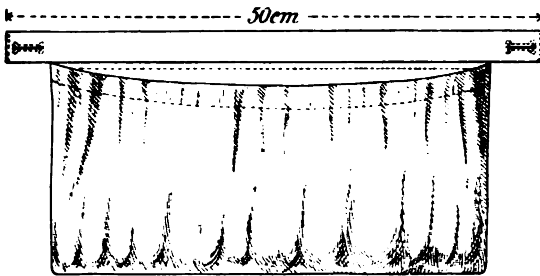


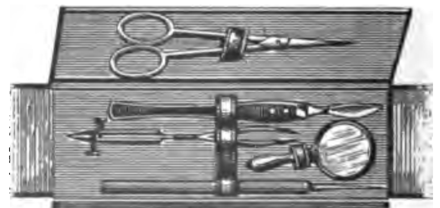
Abb. 122. Sammelsäckchen nach G. Beck.

werden, so wird der lange Teil des Riemens durch eine unten an der Presse angebrachte Öse geschoben und dann erst geschnallt (Abb. 120*c*). Eine weitere Verbesserung stellen die Schneiderschen Gitterpressen (Abb. 121) dar. Sie haben Rahmen von starkem Rundeisen und gewebte enge Drahtgitter. Zur Erzielung eines andauernden gleichmäßigen Druckes sind außen (bei *f*) zwei starke Blattfedern aufgenietet, in welche die Ketten eingehakt werden. Die Handgriffe bestehen hier aus gedrehten dicken Schnüren. Das Traggurtband gestattet das Tragen an der Seite und auf dem Rücken. Die Leipziger Lehrmittelanstalt von Dr. O. Schneider und die Firma F. Ganzenmüller in Nürnberg bringen die Gitterpflanzenpressen in verschiedenen Größen, von 40×26 cm an bis 50×35 cm in den Handel. Der Preis stellt sich je nach der Größe und Stärke auf 3—7 *M*, Für starke Beanspruchung ist es ratsam, nicht die schwachen billigen Ausführungen zu kaufen.

Alle Sammelmappen haben den Botanisiertrommeln gegenüber den gemeinsamen Nachteil, daß das Einlegen der Pflanzen umständlich, zeitraubend und namentlich im Winde, bei dem man seine Not hat, die Einlegeblätter zusammen zu halten, beschwerlich ist. Damit man nun nicht gezwungen ist, bei jeder einzelnen Pflanze die Mappe öffnen und schließen zu müssen, schlägt Beck die Benutzung eines Sammelsäckchens vor, in dem die gesammelten Pflanzen so lange aufbewahrt werden, bis es voll ist und bis man Zeit findet, die Pflanzen in die Mappe zu bringen. Das Säckchen hat die in Abb. 122 angegebene Form und Größe, besteht aus Sackleinwand und wird in Gürtelhöhe seitlich am Rock angeknüpft oder mit Sicherheitsnadeln befestigt. Um das Herausfallen der Pflanzen zu verhindern, ist am oberen Rande eine Gummischnur eingezogen.

In manchen Fällen ist es nötig, gleich beim Sammeln an der lebenden Pflanze gewisse Untersuchungen und Feststellungen zu machen, die für die spätere definitive Bestimmung wesentlich sind, z. B. den Bau und die Farbe zarter, hinfälliger oder kleiner Blüten, die Beschaffenheit der Narben und die Art und Weise der Ausläuferbildung bei *Epilobium*-Arten usw. Aus diesem Grunde ist es ratsam, auf eine botanische Exkursion stets eine Lupe und ein kleines botanisches Besteck mitzunehmen. Auf die Lupe braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da bereits in dem Abschnitt über die optischen Instrumente darüber das Nötige gesagt worden ist.

Das botanische Besteck muß eine Schere, ein Präpariermesser (Skalpell), eine Präpariernadel und eine Pinzette enthalten. Das in Abb. 123 abgebildete Besteck von Friedr. Ganzenmüller in Nürnberg hat ein sehr handliches Taschenformat von 16 cm Länge und 5—6 cm Breite (geschlossen). Es ist ein ledernes Klappetui mit vier Klappen zum Einschlagen und enthält neben den schon erwähnten Utensilien auch noch eine schwache Lupe. Die Firma liefert die Bestecke bei gleichem Inhalt in einer billigeren und einer besseren Ausführung, erstere besonders für Schüler geeignet kostet 2,75 *M*, letztere 5,50 *M*. Ich würde aber raten, für die Lupe lieber eine zweite Präpariernadel und zwar eine Lanzettnadel sich zufügen zu lassen, da die erstere für viele Untersuchungen zu schwach ist und über dies jeder Naturwissenschaftler sowieso eine gute Taschenlupe jederzeit bei der Hand haben muß. Wer über


Abb. 123. Botanisches Besteck.

die nötigen Präparierutensilien bereits verfügt, kann sich für diese auch ein solches Klappetui leicht aus starker Leinwand herstellen lassen. Der Inhalt wird auch hier, wie nach der Abbildung, durch aufgenähte Bänder festgehalten.

Weniger für Exkursionen geeignet sind die Bestecke, die von verschiedenen optischen Werkstätten für die botanische Mikroskopie geliefert werden, wegen des hölzernen Etuis.

Ein Notizbuch und eine Flora gehören auch zu dem eisernen Bestand einer jeden Exkursion. Im Notizbuch sollen niedergelegt werden die Resultate etwaiger Voruntersuchungen der Pflanze selbst oder Beobachtungen über die Natur ihres Standortes, ihre Häufigkeitsverhältnisse daselbst, Begleitpflanzen, Insektenbesuch usw.

Die Flora ermöglicht die Bestimmung, macht auf die Unterschiede gegenüber nahe verwandten Arten aufmerksam, gibt Hinweise auf nötige Beobachtungen an der lebenden Pflanze usw.

Ein Ausrüstungsgegenstand, der namentlich auf Exkursionen im Gebirge schätzenswerte Dienste leistet, ist ein Taschenaneroid. Mit ihm kann man die Höhe des Standortes einer Pflanze über dem Meere und dadurch die oberen Grenzen der warmen Hügelflora oder die unteren der montanen Arten bestimmen. Beachtet man ferner die Entfaltung der Blätter, die Blüten- und Fruchtentwicklung in den verschiedenen Höhen, so ergeben sich durch Vergleiche wichtige Unterschiede in den phänologischen Entwicklungsphasen, die man auch für die botanische Sammlung verwerten kann. Meßtischblätter können das Aneroid zwar überflüssig machen, aber für größere Reisen hat man diese nicht immer in der nötigen Zahl an der Hand. Und selbst wenn das der Fall wäre, so ist das Mitschleppen so vieler Karten oft recht unbequem.

Über Taschenaneroide geben die größeren Geschäfte mit optischen Instrumenten oder deren Preisverzeichnisse Aufschluß. Man hüte sich nur vor billigem wertlosem Zeug. 50—60 ℳ muß man anwenden, wenn man etwas Brauchbares haben will. Sehr bequem sind die Aneroide mit verschiebbarem Höhenring außen. Man braucht bei ihnen den Ring bei Beginn der Exkursion nur so zu drehen, daß der Zeiger auf die Höhe des Ausgangspunktes weist, z. B. eines Bahnhofes, der ja meist eine Höhenmarke trägt. Dann gibt auf der ganzen Exkursion der Zeiger die jeweilig erreichte Höhe an und zwar mit einer für unsere Zwecke hinreichenden Genauigkeit. Will man jedoch ganz genaue Werte haben, so muß man neben der Änderung des Luftdruckes auch die der Temperatur beachten und dann aus beiden nach einer einfachen Formel die Höhe berechnen. Unerläßlich sind natürlich öftere Kontrollen an Orten mit bekannter Höhe, um Aufschluß über die allgemeinen Luftdruckänderungen zu erhalten.

Für kryptogamische Exkursionen sind noch andere Ausrüstungsgegenstände nötig, und zwar richten sich diese nach den zu sammelnden Kryptogamen. Für das Sammeln von Flechten, namentlich von felsbewohnenden Krustenflechten, reichen die oben erwähnten Spaten nicht aus. Da braucht man Hammer und Meißel, um flache Stücke des Gesteins abschlagen zu können. Für das Sammeln von Algen genügen, sofern sie auf der Erde, an Felswänden, in Lachen, Gräben und Bächen ihren Wohnsitz haben, Gläser und weithalsige Flaschen verschiedener Größe sowie Papier zum Einschlagen. Will man aber Plankton- und Benthosalgen in Seen, Teichen und Flüssen sammeln, so ist eine Ausrüstung mit den verschiedenartigsten Fanggeräten nötig, die in dem Abschnitt über die Sammeltechnik in der Hydrobiologie des näheren beschrieben sind.

2. Sammelgegenstände.

Nachdem wir die für eine botanische Exkursion nötigen Ausrüstungsgegenstände kennen gelernt haben, erhebt sich nun die Frage: Was soll auf einer solchen gesammelt werden? Der Pflanzenfreund und Sammler, dem es auf die Vervollständigung seiner Artenkenntnis und seines Herbariums in erster Linie ankommt, wird natürlich alles sammeln, was ihm an neuen Arten und Formen oder an neuen Standorten unter die Hände kommt. Für eine Schulsammlung, die Lehrzwecken dienen soll, darf das meines Erachtens nicht der leitende Gesichtspunkt sein. Hier kommt es nicht darauf an, daß möglichst viele Arten in der Sammlung vertreten sind, sondern darauf, daß die vorhandenen Arten womöglich in allen Entwicklungsstufen zur Darstellung gebracht werden, so daß aus ihnen die Lebensgeschichte der Art abgeleitet werden kann. Daraus ergibt sich, daß nicht nur die blühende Pflanze, also ein einziger Entwicklungszustand, sondern auch der Knospen- und Fruchtzustand, die Samen und Keimpflanzen und bei Kräutern und Stauden auch die unterirdischen Organe, Ausläufer und Überwinterungseinrichtungen, gesammelt werden. Ebenso sind bei den Bäumen und Sträuchern die Winterknospen und die aufeinanderfolgenden Entfaltungszustände der Blätter im Frühjahr, bei den Gefäßkryptogamen dagegen die geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen zu sammeln unerläßlich. Bei der vielgestaltigen Gattung *Salix* ist besonders darauf zu achten, daß Blüten- und Blattzweige von demselben Strauch oder Baum stammen. Da man nicht immer die Weide, von der man den Blütenzweig entnommen, leicht im Gedächtnis behalten oder durch Notizen festlegen kann, so ist es oft nötig, die betreffende Pflanze zu kennzeichnen. Das geschieht durch schmale Bleibänder, welche man mit einer eingestanzten Nummer versieht und an einem Zweige möglichst versteckt anbringt. Der eingelegte Blütenzweig muß natürlich die nämliche Nummer bekommen. Das Einstanzen der Nummern in das Bleiband geschieht mit einer Numerierzange, die für billigen Preis in jeder größeren Samenhandlung zu bekommen ist.

Schmarotzerpilze und Krankheiten, Gallen und Deformationen, die an den verschiedensten Teilen einer Pflanze auftreten können, sollen das Bild von der Lebensgeschichte einer Art vervollständigen. Weiter soll die Schulsammlung auch die Beziehungen der Pflanze zu ihrer Umwelt und die Anpassungen an die äußeren einwirkenden Faktoren zeigen. Das tun z. B. Aufsammlungen von Licht- und Schattenblättern, Schwimm- und untergetauchten Blättern neben solchen in fließendem Wasser, von Früchten und Samen nach den verschiedenen Verbreitungsmöglichkeiten, von Pflanzen gleichartiger Standorte in ihrer gemeinsamen Anpassung an diesen, oder von Insekten- und Windblüten usw.

Bei den Moosen und Flechten ist besonders darauf zu achten, daß fruktifizierende Exemplare gesammelt werden. Denn nur diese gestatten in vielen Fällen eine sichere Bestimmung. So sind z. B. die Moosgenera *Bryum*, *Orthotrichum*, *Brachythecium* u. a. in ihren Arten nur mit ausgereiften Sporogonen zu bestimmen. „Die Sporogonreife für *Bryum* und *Orthotrichum* fällt aber mit Ausnahme einiger Arten in den Mai und Juni, für *Brachythecium* in den Herbst und Winter. Die *Sphagna* reifen ihre Sporogone im Hochsommer, viele Lebermoose im zeitigen Frühjahr oder wie die *Riccien* und *Anthoceros* im Spätsommer und Herbst. Will man also Moose mit reifen Sporogonen sammeln, so kann dies immer nur zu gewissen Zeiten geschehen" (Warnstorf).

Es sind also der Ziele für die botanischen Exkursionen in den verschiedenen Jahreszeiten viele und recht mannigfaltige, und man darf nicht glauben, daß alle diese Aufgaben in einigen wenigen Vegetationsperioden zu lösen sind.

B. Anzucht und Kultur.

1. Keimpflanzen und Jugendformen.

Trotz des größten Sammeleifers wird es nicht gelingen, in der Natur alles das aufzufinden, was man zur Darstellung des vollständigen Entwicklungsganges einer Art haben möchte. Das gilt in erster Linie für die Keimpflanzen und Jugendformen. Und gerade sie sind mit ihren Erstlingsblättern für die Sammlung außerordentlich wichtig, wenn man sie auch bis in die neueste Zeit sehr vernachlässigt hat. Die Erstlingsblätter zeigen meist die einfachen, ursprünglichen, von den Vorfahren überkommenen Formen, während die späteren Blätter vielfach durch Anpassung an die äußeren Faktoren umgebildet sind. So sind z. B. die Keimblätter von *Berberis vulgaris* und *Silybum Mariana* verkehrt eirund und ganzrandig und dienen nur der Assimilation. Die späteren Blätter aber sind bei beiden Arten stachelig gezähnt, also in Schutzmittel gegen Tierfraß umgewandelt. Oder bei den Nymphäazeen sind die ersten Blätter pfriemenförmig, die folgenden untergetauchten lanzettlich, dann spießförmig und schließlich herzförmig, bis sich endlich zuletzt die lederigen Schwimmblätter entwickeln. Bei anderen Arten wieder, z. B. bei *Anethum graveolens* und *Myrrhis odorata* haben die Erstlingsblätter eine einfache lineal-lanzettliche Form, die späteren aber sind zwei- bis dreifach gefiedert. Und die Kruziferen *Sinapis alba*, *Brassica oleracea* und *Raphanus sativus* haben sämtlich verkehrt herzförmige Keimblätter. Die Beispiele mögen genügen, um auf diese interessanten Verhältnisse hinzuweisen.

Die Keimpflanzen und Jugendformen wird man mit wenigen Ausnahmen nur durch künstliche Kulturen sich verschaffen können. In den meisten Fällen gelingt ihre Anzucht leicht, wenn man die Samen in Blumentöpfen oder noch besser in Samenschalen auf Gartenerde bringt, der man reichlich Sand zusetzt. Die Samenschalen sind unglasierte irdene Schalen von etwa 5 cm Höhe, die am Boden ein oder mehrere Löcher zum Abfluß des Wassers haben. Auf diese Löcher legt man zunächst einige Topfscherben, füllt die Schale dann mit der sandigen Gartenerde, drückt diese mit einem Brettchen etwas fest, streut dann die Samen auf und bedeckt diese mit aufgesiebter Gartenerde oder die feinen Samen mit etwas zerriebenem Torf. Die Samen dürfen dabei nicht tiefer in die Erde kommen, als sie selber dick sind. Zuletzt wird das Ganze durch einen Zerstäuber mit Wasser befeuchtet. In der trocknen Stubenluft sind die Samenschalen und Blumentöpfe durch Glasplatten und Glasglocken zu schützen. Da manche Samen ihre Keimkraft rasch verlieren, so tut man gut, sie gleich nach der Ernte auszusäen. Wasserpflanzen müssen natürlich in ihrem Element kultiviert werden. In manchen Fällen ist die Anzucht der Jugendformen mit den größten Schwierigkeiten verbunden, z. B. bei den Orchideen. Deren Samen kommen nur zur Keimung, wenn man ihnen die für ihre Entwicklung unentbehrlichen Mykorrhizapilze zur Verfügung stellt. Die letzteren finden sich in den Wurzeln der einzelnen Arten und in der diese umgebenden Erde.

In neuerer Zeit ist es auch möglich geworden, Herbarexemplare der Keimlinge von Phanerogamen käuflich zu erwerben, und zwar durch Dr. C. Baenitz, Breslau IX, Marienstraße 6, und durch das Botanische Versandhaus (Anna v. Selmons) in Berlin-Friedenau, Wielandstraße 12 II. Die beiden Bezugsquellen ergänzen sich gegenseitig. Baenitz gibt in seinem großen Exsikatenwerk „Herbarium Dendrologicum" auch die Keimpflanzen von Bäumen und Sträuchern aus, und das Berliner Versandhaus schließt diese gerade aus. Nach einer Ankündigung A. v. Selmons soll durch das Berliner Versandhaus jedes Vierteljahr eine Lieferung von 10 oder mehr Arten zum Abonnementspreise von 2 ℳ pro 10 Exemplare erscheinen. Die Keimlinge werden in 3—4 Entwicklungsstadien herausgegeben, auf weiße

Kartons aufgeheftet und mittels durchsichtiger Schutzscheiben vor Staub und Bruch bewahrt. Von Baenitz, der schon eine große Anzahl von Keimpflanzen ausgegeben hat, kann jede Art einzeln bezogen werden zum Preise von 0,15 *M.*[1])

Die Lebensgeschichte einer Art wird aber durch die Keimpflanzen oder Jugendformen und die verschiedenen Entwicklungsphasen nur unvollständig zur Darstellung gebracht. Man muß auch noch ihr Verhalten gegenüber wechselnden äußeren Faktoren berücksichtigen. Das wird aber auch erst durch Kulturversuche aufgehellt. Es sei hier darauf hingewiesen, daß viele Ergebnisse derartiger physiologischer Versuche auch dauernd der Schulsammlung erhalten werden können. So geben z. B. Bohnen, die 4 Wochen im Finstern kultiviert wurden, neben den Vergleichspflanzen im Licht, oder Maispflanzen, 5 Wochen in Wasser unter Ausschluß von Stickstoffsubstanzen gezogen, neben solchen in Knopscher Nährlösung kultiviert auch getrocknet recht instruktive Bilder. Und diese Beispiele ließen sich noch sehr vermehren.

2. Geschlechtliche Generation der Gefäßkryptogamen.

Auf die geschlechtliche Generation der Gefäßkryptogamen, die Prothallien oder Vorkeime, also die Träger der Archegonien und Antheridien, stoßen wir auch im Freien, und zwar da, wo die Sporenpflanzen vorkommen. Die Prothallien der Farne sind grüne, blattartige, auf feuchtem Boden ausgebreitete Gebilde, die bei den meisten unserer einheimischen Arten (*Polypodiaceae*) herzförmig sind und eine Größe von 1 cm haben. Sie sind meist monözisch, es trägt also jedes auf der Unterseite Archegonien und Antheridien. Zuweilen aber finden sich auch getrenntgeschlechtige Formen, z. B. bei *Struthiopteris*. In meist riesigen Mengen findet man sie in Gewächshäusern. Die Vorkeime der Bärlappe (*Lycopodiaceae*) haben eine ganz andere Gestalt. Sie sind rüben-, walzen- oder knollenförmig und vegetieren als chlorophyllfreie, bis 4 cm große Gebilde unter der Erde. Am ehesten findet man sie im Freien auf Waldschlägen und jungen Nadelwaldanpflanzungen des Berglandes, $^1/_2$—10 cm tief im Boden. Die Prothallien der Schachtelhalme (*Equisetaceae*) endlich sind wieder grün, unregelmäßig verzweigt mit blattartigen Lappen, aber auch nur 1 cm groß. Sie sind getrenntgeschlechtig, die antheridientragenden sind kleiner als die archegonientragenden.

Da die im Freien auftretenden Vorkeime sich schwer nach den Arten identifizieren lassen, und man sie zuweilen auch in größerer Menge zu Demonstrationen für den Unterricht oder zu Schülerübungen braucht, so ist es ratsam, sie durch Anzucht zu gewinnen. Das ist bei den Farnen und Schachtelhalmen leicht, denn ihre Sporen keimen gut auf Gartenerde, Torf, auf mit Nährlösung durchtränktem Sand usw. Strasburger gibt in seinem Praktikum für die Kultur der Farnprothallien folgendes Verfahren an: „Ein Stück Torfziegel kochen wir in Wasser aus, um anhaftende Keime zu zerstören, und tränken ihn hierauf mit Knopscher Nährlösung (s. folgende Seite). Das Torfstück wird hierauf mit Sporen bestreut und unter einer Glasglocke in der Nähe eines Nordfensters aufgestellt. Die Keimung, günstige Temperaturverhältnisse vorausgesetzt, beginnt schon nach wenigen (3—5) Tagen." Größere Vorteile noch bietet nach H. Fischer eine Wasserkultur in bloßer Nährlösung ohne feste Unterlage nach folgendem Rezept: „In 1 l Wasser 1 g saures Kaliphosphat, KH_2PO_4, 1 g Ammonnitrat, 0,1 g Chlorkalzium, 0,3 g krist. Magnesiumsulfat, 0,1 g Chlornatrium, 0,01 g Eisenchlorid. Man tut gut,

1) Dr. Baenitz ist vor kurzem gestorben. Sein gesamter Herbarnachlaß und auch die Restbestände des „Herbarium europaeum" und des „Herbarium Dendrologicum" sind in den Besitz von Frau A. d. Selmons übergegangen. Die Keimpflanzen aus dem „Herbarium Dendrologicum" finden eine Fortsetzung und Neuausgabe in dem selbständigen Lieferungswerke „Neue Ausgabe dendrologischer Keimpflanzen" von M. Selmons.

Gefäße und Lösungen zu sterilisieren. Auch ein paar Tropfen konz. Salzsäure sind förderlich, manche Sporen scheinen durch schwach saure Reaktion zu rascherem Auskeimen angeregt zu werden ... Man kann die auf der Oberfläche schwimmenden Vorkeime mit ihren Keimpflänzchen recht weit heranwachsen lassen; ich habe sie so bis zu 5 cm langen Wedelchen erzogen."

Für die Anzucht der *Equisetum*-Prothallien wandte K. Ludwig folgendes Verfahren an: „Ich brachte in einen Topf, dessen Bodenlöcher mit Zement verschlossen waren, eine Schicht Tonscherben etwa bis zur Hälfte, darüber ein Gemenge von Torf und Humus und bedeckte den Topf mit einer Glastafel. Das Ganze stellte ich auf einen Teller unter eine Glasglocke."

3. Kultur der Algen.

Auch für die Algen machen sich zuweilen Kulturen nötig. Sei es, daß man die zur Bestimmung notwendigen fertilen Zustände braucht, welche man im Freien selten findet, beim Kultivieren aber meist leicht erhält; sei es, daß man für Schülerübungen Material zu haben wünscht. Unter den Algen lassen sich namentlich die Grünalgen oder Chlorophyzeen leicht kultivieren. Als Kulturgefäße für diese benutzt man kleine Aquariengläser, größere Bechergläser oder weite Standzylinder, für die kleineren Formen, z. B. die Desmidiazeen und Protokokkoideen dagegen flache Porzellanschalen und Untertassen, über die man zur Verhinderung der Verdunstung des Wassers eine Glasglocke stürzt. Sehr bequem sind auch für diesen Zweck die unter dem Namen Petrischalen bekannten Glasschalen mit übergreifendem Glasdeckel (Bezugsquellen: W. P. Steuber, Leipzig, Gerichtsweg 10, oder F. Hofmann, Dresden, Holbeinstraße 109). Die Gläser werden mit Brunnenwasser, dem man etwas Knopsche Nährlösung zusetzt, gefüllt. Diese Lösung hat in 1 l Wasser 0,25 g $MgSO_4$, 1 g CaN_2O_6, 0,25 g KH_2PO_4, 0,12 g KCl und Spuren von $FeCl_3$. Bei dem Beschicken der Gläser mit Algenmaterial hat man darauf zu achten, daß von diesem nicht zu große Mengen zugesetzt werden. Die Kulturen stellt man am besten an ein nach Norden gerichtetes Fenster, um sie vor direkter Sonnenbestrahlung, die durch ihre Erwärmung schädlich wirkt, zu schützen. Das verdunstende Wasser wird von Zeit zu Zeit durch destilliertes Wasser ersetzt. Aus Torfmooren stammende Desmidiazeen gedeihen besser, wenn man ihnen nußgroße Stücke von ausgekochtem Moostorf beigibt.

II. Behandlung des Materials.

Haben wir uns das Material durch Sammeln oder Anzucht verschafft, so hebt nun die zweite wichtige Arbeit, das Präparieren für die Sammlung an. Die leicht vergängliche pflanzliche Substanz muß in einen unvergänglichen Dauerzustand übergeführt werden. Das kann durch trockene und nasse Konservierungsmethoden geschehen.

A. Trockene Konservierung.

1. Hölzer und Trockenfrüchte.

Am einfachsten gestaltet sich die trockene Konservierung bei Hölzern und Rinden, harten Früchten und Samen und holzigen Pilzen, kurz bei Material, das durch das Trocknen nicht schrumpft oder die Form verliert. Dieses wird ohne weitere Zubereitung einfach nur an der Luft getrocknet. Höchstens hat man Hölzer und Rinden in eine für die Sammlung passende Form zu schneiden, die sich nach der Aufbewahrung richtet. Für das Herbarium eignen sich nur gespaltene Äste oder dünne Brettchen und Furniere des Stammholzes, die möglichst den Querschnitt, den radialen Längsschnitt und den Tangentialschnitt zeigen sollen. Will man

eine besondere Holzsammlung in Kästen anlegen, so kann man größere Stammstücke nehmen. Doch tut man gut, nicht über 15—20 cm lange und 5 cm dicke Stücke hinauszugehen. Polierte Schnitte zeigen die Struktur des Holzes besser als bloße Spaltstücke. Wo es angängig ist, kann recht gut der Handfertigkeitsunterricht an der Schule für eine solche Sammlung dienstbar gemacht werden.

Viele Früchte, Samen und holzige Pilze haben, wenn sie in offenen Kästen liegen, leicht unter Insektenfraß zu leiden. Das verhindert man am besten durch Eintauchen in Sublimatlösung (s. weiter unten). Kleinere Samen und Früchte können zwar auch in offenen Kästen aufbewahrt werden, aber da liegt die Gefahr vor, daß sie, namentlich beim Herumzeigen in der Klasse, leicht ausgeschüttet werden. Es ist deshalb ratsam, diese in geschlossenen Gläsern unterzubringen. Dazu eignen sich weithalsige Flaschen mit Kork- oder Glasstopfen, auch Konservengläser mit aufschraubbarem Blechdeckel. Sehr hübsch sind jedoch für diesen Zweck die zylinderförmigen Präparatengläser mit Fuß und breitem plangeschliffenem oberem Rande, die mit einer Glasscheibe geschlossen werden. Die Glasscheibe befestigt man auf dem Gefäß am besten mit dem sehr haltbaren Gläserkitt nach Selenka (Bezugsquelle: Dr. G. Grübler & Co. in Leipzig, 100 g = 1,80 ℳ) oder, falls man den Inhalt von Zeit zu Zeit für mikroskopische Untersuchungen braucht, mit einer Salbe, wie sie die Chemiker für den luftdichten Abschluß der Exsikkatoren benutzen. Man kann sich eine solche herstellen aus 20 g gelbem Wachs, 100 g Schweinefett und 15 g Rohvaseline. Will man die Salbe etwas fester haben, so nimmt man etwas mehr Wachs. Die Etiketten, welche auf die Außenfläche der Gläser geklebt werden, kann man durch Überpinseln mit Zaponlack vor Verschmutzen und Beschädigung schützen.

Bezugsquellen für fertige Nutzholzsammlungen sind die Linnaea, Naturhistorisches Institut in Berlin 21, Turmstraße 19, und das Naturwissenschaftliche Lehrmittel-Institut von W. Schlüter in Halle. Die beiden Institute liefern auch Früchte und Samen für die Sammlung. Die letzteren kann man auch durch das Biologische und Technologische Institut von K. Kafka, Wien III,4, Rennweg 42, beziehen.

2. Saftige Pflanzen.

Saftige Pflanzen müssen beim Trocknen möglichst vor dem Zusammenschrumpfen bewahrt werden. Als beste Konservierungsmethode hat sich für sie seit Jahrhunderten das Trocknen unter Druck, das Pressen zwischen ungeleimten Papierbogen bewährt. Diese Methode ist wahrscheinlich in Italien zuerst ausgebildet worden. In Deutschland wird sie seit dem 16. Jahrhundert allgemein angewendet. Bevor man die Pflanzen in die Presse einlegen kann, ist es nötig, sie erst gewissen vorbereitenden Behandlungen zu unterziehen. Dahin gehört auch das Bestimmen.

a) Vorbereitende Behandlung.

α) Das Bestimmen.

Es ist ratsam, die oft recht schwierige Arbeit des Bestimmens an der frischen Pflanze vorzunehmen, weil an dieser die für die Bestimmung wichtigen Merkmale, namentlich im Blütenbau, am besten zu erkennen sind. Natürlich ist das Bestimmen auch an der getrockneten Pflanze möglich, vorausgesetzt, daß diese beim Trocknen nicht durch zu starkes Pressen zerquetscht worden ist. Aber dann muß man häufig die Blüten erst wieder aufweichen. Das geschieht am besten so, daß man sie in einem Porzellanschälchen oder -löffel kurze Zeit in Wasser oder die ganz harten Blüten in verdünntem Glyzerin kocht. Die Zeit des Kochens richtet sich nach ihrer Konsistenz. Bei zarten Blüten genügt schon ein kurzer Aufenthalt in

heißem Wasser, stärkere müssen einige Minuten wirklich kochen. Es ist ratsam, die gekochten Blüten auf Fließpapier erst etwas abtrocknen zu lassen, ehe man sie untersucht.

Zum Bestimmen ist ein Bestimmungsbuch, eine „Flora" nötig, die nicht nur Gattungs- und Artdiagnosen, sondern auch die notwendigen Bestimmungsschlüssel enthält. An solchen haben wir ja keinen Mangel, sowohl solchen, die sich auf ganz Deutschland und Österreich beziehen, als auch speziellen Lokalfloren. Und zum Zergliedern der Blüten braucht man neben einer Schere feine Messerchen (Skalpelle), Präpariernadeln und Pinzetten, wie solche in den botanischen Bestecken (s. S. 204) enthalten sind. Sind die Blüten klein oder ihre einzelnen Teile mit bloßem Auge schwer erkennbar, so ist unbedingt eine Lupe erforderlich. Diese spielt auch schon beim Zerlegen der Blüten eine wichtige Rolle. Um hierbei die Hände für das Präparieren frei zu haben, benutzt man einen besonderen Träger für die Lupe, ein Lupen- oder Präparierstativ, das man auch als einfaches Mikroskop oder Simplex bezeichnet. Am vollkommensten sind jene, die an der Tragsäule einen Tisch zum Auflegen des Präparates und zwei seitliche Präparierbacken zum Auflegen der Hände sowie Zahn und Trieb zum Einstellen der Lupe haben (s. Abschnitt über optische Instrumente). Diese ermöglichen ein bequemes Zergliedern unter der Lupe selbst bei ziemlich starker Vergrößerung. Neuerdings werden für diesen Zweck von verschiedenen optischen Werkstätten auch binokulare Präparierlupen und -mikroskope in den Handel gebracht.

Die beim Zergliedern gewonnenen Beobachtungsresultate sollte man möglichst durch eine Zeichnung festhalten, die man mit in das Herbarium neben die Pflanze einklebt. Schon die einfachste Umrißzeichnung ist, wenn sie die Tatsachen nur richtig wiedergibt, namentlich für ein Schulherbarium von größtem Wert.

Trotz Anwendung aller dieser Hilfsmittel ereignet es sich zuweilen, daß man bei der Bestimmung zu keinem befriedigenden Resultate kommt, auch dann nicht, wenn man die ganz ausführlichen Diagnosen eines größeren Florenwerkes wie etwa der Synopsis von Ascherson und Graebner zu Rate zieht. Da muß man dann ein größeres öffentliches Herbarium mit richtig bestimmten Arten zum Vergleich heranziehen oder auch eines jener guten großen Abbildungswerke wie Reichenbachs Icones Florae Germanicae et Helveticae, Oeders Flora Danica, The Botanical Register von Edwards usw. oder auch die bildlichen Darstellungen von Monographien, wie z. B. Kükenthals *Cyperaceae* in Englers Florenreich, Schulzes *Orchidaceen* Deutschlands, Wettsteins Monographie der Gattung *Euphrasia*, Becks Monographie der Gattung *Orobanche* usw. Da in einigen der zuerst genannten Abbildungswerke die Arten in bunter Reihe ohne systematische Ordnung aufeinanderfolgen, so sind diese nur mit Hilfe eines alphabetisch geordneten Verzeichnisses zu gebrauchen. Ein solches hat Pritzel in seinem Iconum Botanicarum Index geschrieben. Leider reicht dieses nur bis zum Jahre 1865.

HERBARIUM REGIUM DRESDENSE.

Flora des Königreichs Sachsen.

Gesammelt von

Zeit: 19 Ort:

Bemerkungen:

Abb. 124. Muster einer gedruckten Etikette.

Hat man die Art bestimmt, so wird der botanische Name auf einen besonderen Zettel, eine Etikette (scheda, schedula), geschrieben. Auf dieser werden auch Ort und Zeit des Auffindens, Sammler, sowie die beim Sammeln gemachten Notizen über die Beschaffenheit des Standortes und seine Höhe über dem Meere, die Formation (Wald, Wiese, Moor usw.), die Begleitpflanzen usf. vermerkt. Man versäume auch

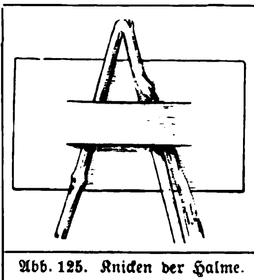
nicht, auf der Etikette die bei der Bestimmung ev. bemerkten Abweichungen von der Diagnose oder schwer feststellbare, aber nachgewiesene, für die Art charakteristische Baueigentümlichkeiten anzugeben. Die Etikette darf deshalb nicht zu klein sein, unter $11 \times 7^1/_2$ cm sollte man nicht herabgehen. Für größere Herbarien ist es empfehlenswert, sich Etiketten drucken zu lassen. Das in Abb. 124 gegebene Schema kann dabei als Muster dienen.

β) Das Auffrischen welker Pflanzen.

Hat man mit der Botanisierbüchse gesammelt, so sind namentlich in der heißen Sommerszeit manche Pflanzen beim Transport etwas welk geworden. Diese müssen aufgefrischt werden. Das geschieht in der Weise, daß man die welken Pflanzen nach dem Herausnehmen aus der Büchse in ein nasses Tuch (Handtuch) oder in einen naß gemachten Löschpapierbogen einschlägt. Das muß auch geschehen, wenn man nach der Exkursion nicht gleich zum weiteren Präparieren der Pflanzen kommt. In der nassen Umhüllung halten sich die Pflanzen ganz gut 1—2 Tage frisch. Will man die gesammelten Pflanzen noch länger frisch haben, so muß man das im Würzburger botanischen Institut von H. d. Vries entdeckte Verfahren anwenden. Man stellt die Pflanzen mit ihrem unteren Ende in ein Gefäß mit Wasser und schneidet dann unter Wasser ein ungefähr 5 cm langes Stück ab. Die neue Schnittfläche darf aber nicht mehr aus dem Wasser herausgenommen werden. Dann halten sich solche Pflanzen sogar wochenlang frisch. Das Verfahren eignet sich auch, um Exemplare, die man im Knospenzustand gesammelt hat, zur Blütenentfaltung, ja sogar zur Fruchtbildung zu bringen. Nur muß man im letzteren Falle dem Wasser eine Nährlösung, z. B. die von Knop (s. S. 209) zusetzen.

γ) Das Zurechtmachen für die Presse.

Viele Pflanzen lassen sich ohne weitere Zubereitung in die Presse einlegen. Andere wieder müssen erst für das Einlegen zurecht gemacht werden. So müssen dicke Rasen von Gramineen und Zyperazeen in flache Stücke zerschnitten werden, damit sie nicht zu sehr aufbauschen. Aus dem gleichen Grunde müssen Zwiebeln und Knollen, dicke Wurzelstöcke und Stengel sowie umfangreiche Blütenköpfe und Früchte halbiert, oder wenn das noch nicht genügt, auf beiden Seiten durch Längsschnitte beschnitten werden, so daß nur eine mittlere Scheibe bleibt. Im letzteren Falle sind aber die äußeren Abschnitte beizufügen. Größere Äste von Bäumen und Sträuchern sind auf das Herbarformat zu verkleinern, sparrige Zweige dabei entweder zu knicken oder wegzuschneiden. Sind die Exemplare dornig oder stachelig, so daß sie beim Einlegen die benachbarten Bogen mit ihrem Inhalt zerstechen und verletzen, so tut man gut, derartige Exemplare vorher zu „bändigen“, indem man sie zwischen starke Papptafeln legt und kräftig mit den Füßen stampft. Die hierbei abfallenden Blätter, Blüten und Früchte werden gesammelt und in Papierkapseln (Abb. 129) in besonderem Bogen unter die Presse gebracht. Das gesonderte Pressen der Blüten in Papierkapseln muß man auch anwenden, wenn zarte Blüten auf derben Stengeln sitzen. Zu lange Gräser und Stauden knickt man ein- oder zweimal um und schiebt über die Bruchstellen Papierstreifen (Abb. 125), damit sie nicht zu sehr in die Breite gehen. Ebenso faltet man zu große Blätter oder schneidet, wenn diese gefiedert sind, nur ein Stück der Spindel mit einigen ansitzenden Fiedern für das Einlegen ab.


Abb. 125. Knicken der Halme.

Manche Pflanzen verlieren beim Trocknen in der Presse stets ihre natürliche Farbe. So werden *Cytisus nigricans*, *Lathyrus niger* und andere schwarz. Bei anderen wieder, wie den *Campanula*-Arten

und anderen blaublühenden Pflanzen, werden die Blüten weiß. Oder die gelbe Blütenfarbe gewisser *Primula*-Arten verwandelt sich in ein mißfarbenes Grün usw. Diese Farbenveränderungen sind unangenehm, aber sie beeinträchtigen den Wert einer Sammlung keineswegs. Nur für eine Schulsammlung sind sie etwas störend. Man hat verschiedene oft recht umständliche Verfahren ausgeklügelt, um diese Übelstände durch Behandlung der zu trocknenden Pflanzen mit Chemikalien, z. B. mit Naphtalinbenzinlösung zu beseitigen. Aber die Resultate sind noch unbefriedigend und können deshalb hier unberücksichtigt bleiben. Am besten noch kommt man durch recht rasches Trocknen zum Ziel, über das weiter unten berichtet werden wird.

Tiefer greifend sind dagegen die Veränderungen, die einige Gruppen von Pflanzen, wie die Fettpflanzen, die chlorophyllfreien, phanerogamen Parasiten und Saprophyten (***Monotropa*** und *Lathraea*), die Kompositen mit dicken Blütenköpfen, die Nadelhölzer und die fleischigen Hutpilze beim Trocknen erfahren. Bei ihnen macht sich daher eine vorbereitende Behandlung nötig. Die Fettpflanzen oder Sukkulenten, die *Sedum*- und *Sempervivum*-Arten unserer einheimischen Flora, zu denen auch die Pflanzen mit Zwiebeln und fleischigen Knollen zu rechnen sind, entwickeln sich in der Presse weiter. Die *Sedum*-Arten z. B. treiben bleiche, geile Triebe, die das Aussehen der Pflanzen gründlich verändern, auch werfen sie leicht ihre Blätter ab. Und die Zwiebel- und Knollengewächse werden durch ihre saftigen Grundorgane weiter ernährt, sie trocknen nicht, sondern blühen zwischen dem Fließpapier ab, der Fruchtknoten vergrößert sich und weist in dieser Zwangslage natürlich auch leicht Wachstumsanomalien auf. Man verhindert diese Weiterentwicklung, wenn man die Pflanzen vor dem Einlegen in die Presse abtötet, indem man sie kurze Zeit in siedendes Wasser eintaucht. Bei den Fettpflanzen muß die ganze Pflanze mit Ausnahme der Blüten eingetaucht werden. Bei den Zwiebel- und Knollengewächsen genügt es, wenn man die durchschnittenen Knollen mit dem unteren Teile des Stengels eintaucht. Statt des heißen Wassers kann man auch absoluten Alkohol nehmen. Die abgebrühten Pflanzen dürfen später nur leicht gepreßt werden. Die Methode hat auch ihre Nachteile. Das natürliche Aussehen wird selbstverständlich stark beeinträchtigt. Aber die Fettpflanzen werden niemals Prachtstücke für eine Sammlung liefern.

Etwas bessere Resultate sollen sich nach der Dammerschen Tretmethode erzielen lassen, die Dammer in seinem Handbuch für Pflanzensammler in folgender Weise beschreibt: „Ich lege die Pflanzen zwischen zwei Bogen Fließpapier, breite die Blütenteile und Blätter möglichst sorgfältig und glatt aus, lege sie auf den glatten Fußboden und lasse ihnen ein elastisches, aber ziemlich kräftiges Treten mittelst der flachen Stiefelsohle angedeihen, bis die grünen Pflanzenteile flach geworden und mit dem ausgetretenen Safte bedeckt sind. Durch dieses Treten entstehen Risse in der Oberhaut, durch welche der Saft leicht auszutreten vermag. Ein Quetschen der Pflanzenteile, welches durch einseitigen starken Druck erfolgen würde, findet durch ein elastisches Auftreten nicht oder nur da statt, wo es sehr ungeübt und unvorsichtig ausgeführt wird. Die ausgetretenen Exemplare werden hierauf zwischen dicke Fließpapierbogen gebracht, ziemlich stark beschwert und beim erstmaligen Umlegen die etwa noch saftigen, dicken Stellen mit dem Finger leicht ausgedrückt. Nach zwei- bis dreifacher Erneuerung der Zwischenlagen sind die Exemplare nach wenigen Tagen trocken und haben dann ihre natürliche Färbung gewöhnlich vollständig bewahrt, während man von den durch das Treten hervorgebrachten Rissen nichts mehr wahrnimmt."

Die fleischigen, chlorophyllfreien phanerogamen Parasiten und Saprophyten, besonders *Monotropa* und *Lathraea* verlieren beim Trocknen ihr natürliches Aussehen gänzlich, sie schrumpfen nicht nur, sondern werden auch vollständig schwarz und unansehnlich. Nach

P. Heinricher (Ztschr. für Mikroskopie IX, 1892, S. 321) verhindert man das, wenn man die aufzubewahrenden Stücke vor dem Pressen wie die Fettpflanzen in siedendes Wasser bringt und sie eine Viertelstunde sieden läßt. Die ausgegrabenen und gut gereinigten Pflanzen müssen möglichst frisch und unverletzt sein, dürfen besonders keine Verletzungen durch Druck haben.

Die Kompositen mit dicken Blütenköpfen, besonders die *Cirsium*-Arten, aber auch die Kolben von *Typha* haben die unangenehme Eigenschaft, daß sie im reifen Zustande nach dem Trocknen auseinanderzufallen pflegen. Das kann verhindert werden, wenn man sie, nachdem sie 1—2 Tage getrocknet wurden, mit Collodium elasticum (Kollodium, Äther und 2% Rizinusöl) stark befeuchtet und dann zwischen Fließpapier weiter trocknet.

Die Koniferen, besonders die Tannen und Fichten, verlieren im Herbar stets ihre Nadeln. Das tut meist auch die Mistel mit ihren Blättern. Ja diese zerfällt sogar häufig in einzelne Stengelglieder. Zur Verhinderung dieses Übelstandes sind verschiedene Behandlungsweisen vorgeschlagen worden. Am besten hat sich die von Dammer angegebene Methode bewährt. „Die abgeschnittenen Zweige und anhaftenden Blüten oder reifen Früchte werden mehrere Tage hingelegt, daß sie etwas trocken werden. Die Zapfen können hierbei gern aufspringen und einzelne Nadeln abzufallen beginnen. Hierauf wird ein Gefäß, etwa ein mit einem Deckel verschließbares Glas, mehrere Zoll hoch mit Wasser gefüllt und die Zweige hineingesteckt. In dieser feuchten Kammer verbleiben sie bei mehrmaligem Umlegen erst mehrere Tage. Herausgenommen und abgetrocknet, werden sie in ein mit Glyzerin gefülltes Gefäß gelegt und häufiger umgedreht, so daß sämtliche Nadeln und Zapfen möglichst vom Glyzerin durchdrungen werden. Im Glyzerin verbleiben die Zweige 1—2 Tage. Dann trocknet man dieselben mit einem Tuche etwas ab, legt sie kurze Zeit zum Trocknen hin, bis der schmierige Glyzerinüberzug auf der Oberfläche nicht mehr bemerkbar ist, und zieht sie dann durch eine aus 0,5% Sublimat, 50% Spiritus und 49½% Wasser hergestellte Lösung." Nachdem die Zweige trocken geworden sind, kann man sie, ohne daß die Nadeln abfallen oder die Zapfen aufspringen, in Schachteln aufbewahren. Sie sollen sich aber auch, zwischen Fließpapier in der Presse getrocknet, im Herbar unverändert erhalten.

δ) Die Präparation der Kryptogamen.

Besonders umständlich und zeitraubend ist die Vorbehandlung der fleischigen Hutpilze für das Herbarium. Und trotzdem sind die dadurch erzielten Resultate recht wenig befriedigend. Für eine Schulsammlung dürfte daher die nasse Konservierung jener (siehe weiter unten), obgleich sie auch ihre unleugbaren Nachteile hat, vorzuziehen sein. Da die natürliche Farbe gerade der am lebhaftesten gefärbten Pilze in der Flüssigkeit häufig ausgezogen wird, so müssen gute farbige Abbildungen zur Unterstützung herangezogen werden. Wer sich über die umständliche Trockenmethode der fleischigen Hutpilze unterrichten will, der sei auf das Buch von G. Herpell, Das Präparieren und Einlegen der Hutpilze für das Herbarium (Berlin, Friedländer), oder auch auf die Beschreibung von P. Hennigs in Dammers Handbuch für Pflanzensammler (Stuttgart, Enke) verwiesen.

Die Präparation der Flechten macht dagegen wenig Mühe. Die Krustenflechten werden einfach nur an der Luft getrocknet, kommen also gar nicht in die Presse. Und die größeren Band-, Blatt- und Strauchflechten werden wie die Phanerogamen gepreßt. Nur muß man sie vor dem Pressen, weil sie bei trockenem Wetter äußerst starr und spröde und daher sehr zerbrechlich sind, in Wasser aufweichen. Sie erlangen dadurch wieder ihre natürliche Form, die dann durch das Pressen ohne Verletzung fixiert wird.

Für ein sauberes Präparieren der Moose gibt Warnstorf folgende Vorschriften: „Zu diesem Zwecke sind alle zufälligen, den Moosrasen durchsetzenden fremden Bestandteile sorgfältig zu entfernen, überflüssige Erde auszuwaschen, die feuchten Rasen ihrem natürlichen Wuchs entsprechend auszubreiten und sodann zwischen Löschpapier wie Phanerogamen zu trocknen. Dabei ist zu beachten, daß die zarten Lebermoose nur einen sehr schwachen, Laub- und Torfmoose dagegen im allgemeinen einen stärkeren Druck vertragen. Sehr dichte Moospolster werden in der Längsrichtung der Stämmchen in dünne Lagen gespalten; bei kleinen Erdmoosen, wie *Pottia* und *Barbula*, läßt man am Grunde der Pflanzen so viel Erde haften, daß die einzelnen Pflänzchen nicht auseinanderfallen. *Sphagna* werden in dünnen Schichten so ausgebreitet, daß sämtliche Köpfe in gleicher Ebene liegen. Einzelne Moospflänzchen geben niemals ein rechtes Bild von der Art des Vorkommens in der Natur, und oft gelingt die sichere Bestimmung nicht wegen der Dürftigkeit des Materials. Deshalb empfiehlt es sich, nur Moosrasen aufzubewahren."

Umständlicher als bei Flechten und Moosen ist die Präparation der Algen fürs Herbarium. Die größeren Meeresalgen, z. B. die Braunalgen (*Phaeophyceae*) und die *Characeae* werden ohne weitere größere Vorbehandlung wie die Phanerogamen in die Presse gelegt und hier getrocknet. Zartere Vertreter, besonders aber die Florideen und grünen Fadenalgen muß man zunächst auf Papier aufziehen. Das geschieht nach Migula am besten in der Weise, „daß man die Algen in ein großes Becken mit Wasser bringt und leicht ausbreitet. Dann legt man auf ein Brett ein Stück gut geleimtes weißes Schreibpapier, welches nach allen Richtungen etwas größer sein muß als die betreffende Alge, führt damit unter die letztere und hebt sie langsam aus dem Wasser heraus, indem man darauf achtet, daß sich dabei die Alge möglichst gleichmäßig und natürlich auf dem Papier ausbreitet, ev. unter Nachhilfe mit einer Nadel. Das Papier mit der Alge wird dann flach vom Brett auf Fließpapier abgezogen." Nun bedeckt man die Algen vorsichtig mit einigen Fließpapierbogen, auf die man neue Lagen mit Algen in gleicher Weise aufbringt. Die nassen Fließpapierbogen müssen schon nach einigen Stunden, und zwar mehrere Male gewechselt werden und dürfen nicht gepreßt, sondern nur mit einem leichten Brett beschwert werden, auf das man später ein leichtes und am nächsten Tage ein schwereres Buch von 1—2 kg Gewicht auflegt. Das Beschweren hat lediglich den Zweck, das Umrollen des Papieres zu verhindern. Will man diese Exsikkaten später mikroskopisch untersuchen, so befeuchtet man einen kleinen Teil der Alge auf dem Papier mit Wasser, löst diesen nach einiger Zeit ab und bringt ihn auf den Objektträger. Hier setzt man dem Präparat noch einen Tropfen Milchsäure zu und erwärmt ev. kurze Zeit. So zubereitet geben die Präparate sehr gute Bilder des natürlichen Zustandes.

Wie die Fadenalgen können auch die einzelligen Formen namentlich *Desmidiaceae, Protococcoideae, Diatomaceae* und kleine *Cyanophyceae* auf Papier aufgezogen werden. Es empfiehlt sich bei diesen aber mehr, sie nach dem Reinigen und Auswaschen auf Glimmerblättchen aufzutragen. Diese kann man behufs mikroskopischer Untersuchung nach dem Anfeuchten direkt unter das Mikroskop bringen. Sie machen also ein Ablösen der Algen von der Unterlage unnötig. Zum Zwecke ihrer Herstellung werden die käuflichen Glimmerplatten und Abfallstreifen (Bezugsquelle: Glimmerwarenfabrik M. Raphael, Breslau, Zimmerstr. 10 oder E. Thum, Leipzig, Johannisallee 3) unter Wasser mit einem Falzbein gespalten und dann in 3 cm große viereckige Stücke zerschnitten. Will man zarte Fadenalgen auf Glimmerblättchen auftragen, was sich auch sehr empfiehlt, so muß man natürlich längere Glimmerstreifen nehmen, etwa von der Größe der Objektträger. Auf solche Glimmerblättchen bringt man einen Tropfen Wasser, breitet in diesen die Algen zu dünner Schicht aus und läßt das Präparat

an der Luft langsam trocknen. Direktes Sonnenlicht ist hierbei zu vermeiden, weil in diesem die Lager zu rasch trocknen, sich nach oben krümmen und brüchig werden. Bei den fädigen Blaualgen ist es nötig, stets ein größeres Stück des Lagers mit aufzutragen.

Für die zarten, beim Eintrocknen ihre Form vollständig verlierenden *Volvocaceae* und *Chlamydomonadaceae* empfiehlt Migula folgende Art der Präparation: „Wasser, welches reichlich diese Organismen enthält, wird in ein Spitzglas gegossen und mit einigen Tropfen Formalin versetzt; die rasch getöteten Zellen sinken dann zu Boden, das Wasser darüber wird bis auf einen kleinen Rest weggegossen und dieser etwa mit dem fünften Teil verflüssigter Glyzeringelatine vermengt. Dann trägt man mit einer Pipette hiervon Tröpfchen auf Glimmerblättchen. Die Tröpfchen erstarren langsam und verdunsten in 2 Tagen das überschüssige Wasser. Sie werden dann mit einem Blättchen Wachspapier bedeckt, welches sich leicht wieder von der Glyzeringelatine herunterziehen läßt, und in Papierkapseln gebracht. Bei späterer Untersuchung wird das Glimmerblättchen, nach dem Abziehen des Wachspapieres, in einen Tropfen Wasser auf den Objektträger gelegt, und man wird die zarten Organismen meist tadellos erhalten finden. . . Auch für manche andere Algen, die sonst beim Auftrocknen auf Papier oder Glimmer notleiden, empfiehlt sich dieses Verfahren. Wichtig ist, daß die Glyzeringelatine zuerst nur sehr verdünnt mit den Algen in Berührung kommt, damit sie nicht schrumpfen und ihre Form verlieren, das überschüssige Wasser verdunstet dann sehr rasch. Die Glyzeringelatine muß übrigens für diese Zwecke mit Arsenik statt mit Karbolsäure versetzt sein."

Die Rohaufsammlungen von *Diatomaceae* auf Glimmerblättchen eignen sich nicht ohne weiteres zur Bestimmung, zu der bekanntlich die Schalenstruktur notwendig ist. Ein sehr einfaches Verfahren diese sichtbar zu machen, besteht darin, daß man die Glimmerblättchen einige Sekunden über der Flamme glüht, bis die organische Substanz verbrannt ist. Dadurch tritt die Zeichnung der Schalen bei sehr vielen Diatomeen gut hervor. Um allerdings feinere Strukturen erkennen zu können, sind umständlichere Verfahren nötig, die hier zu beschreiben zu weit führen würde. Es sei deshalb auf Strasburgers Praktikum verwiesen.

b) Das Pressen.

Zum Pressen der Pflanzen verwendet man jetzt allgemein die Auerswaldschen und Schneiderschen Gitterpressen, die, wie wir oben gesehen haben, auch als Sammelmappen benutzt werden können und daher S. 203 bereits beschrieben und in Abb. 120 u. 121 dargestellt sind. Weiter braucht man dazu noch weiße und graue Fließpapierbogen von der Größe der Presse. In die weißen Bogen werden die Pflanzen eingelegt, die grauen Bogen dienen nur als Zwischenlagen. Man legt zunächst auf das untere Gitter einige graue Bogen, dann kommt ein aufgeschlagener weißer Bogen, auf dessen rechte Seite man die Pflanzen in möglichst natürlicher Lage ausbreitet, nachdem man im Bedarfsfalle die oben angegebene Vorbehandlung vorgenommen hat. Dabei hat man darauf zu achten, daß die Blätter nicht die Blüten verdecken und solche, die auf Zweigen oder anderen Blättern liegen, durch ein untergeschobenes Stück Fließpapier von diesen getrennt werden. Auch aufeinander liegende Blüten werden so voneinander getrennt, aber am besten durch Seidenpapierstücke. Ein Teil der Blüten bleibt in der natürlichen Lage, ein anderer Teil wird ausgebreitet oder bei den Sympetalen aufgeschnitten, so daß man Staubgefäße und Stempel gut beobachten kann. Letzteres gilt natürlich nur für größere Blüten. Verbleiben hierbei die Blüten nicht in der gewünschten Lage, so muß man sie, während man die anderen ausbreitet, mit Papierstücken bedecken und mit Bleiklötzen oder Steinen beschweren. Hat man dann alles nach Wunsch ausgebreitet, wobei Pinzetten und Nadeln des botanischen Bestecks wichtige Hilfe leisten, so wird die Einlage mit der freien Hälfte des weißen

Fließpapierbogens vorsichtig bedeckt. Das muß schrittweise mit der linken Hand von links nach rechts oder von oben nach unten vorwärts schreitend geschehen, währenddem die rechte Hand die Pflanze in der gegebenen Lage hält. Übung macht natürlich auch hier erst den Meister. Auf den ersten gefüllten Fließpapierbogen kommen wieder einige Zwischenlagen und dann ein neuer weißer Bogen, der auf die gleiche Weise gefüllt wird wie der erste. Und so fährt man fort, bis alles eingelegt ist. Die Pakete dürfen nur nicht zu stark werden, über 20—30 cm Dicke sollte man nicht hinausgehen. Auch muß man beim Einlegen darnach trachten, daß die Pakete gleichmäßig dick werden. Ist ein Paket so weit fertig, so wird das zweite Gitter der Presse aufgelegt und durch das Einhaken der seitlich angebrachten Kettchen möglichst fest aufgedrückt. Dann stellt man es mit der Schmalseite nach unten an einen luftigen, trockenen, möglichst von der Sonne beschienenen Ort oder hängt es vor das Fenster. Nicht ratsam aber ist es, das Paket auf einen stark geheizten Ofen zu legen oder hinter diesen zu stellen, weil durch zu große Hitze die Pflanzen gedörrt und sehr brüchig werden.

Hat man mit der Mappe gesammelt, so hat man nur nötig, die im Freien eingelegten Pflanzen sich daraufhin anzusehen, daß die Blätter nicht zusammengefaltet sind, daß Blätter und Blüten nicht aufeinander liegen, oder, wenn das der Fall ist, daß man die oberen durch untergeschobene Papierstückchen von den unteren trennt usw. Versäumen darf man aber nicht, die sämtlichen Zwischenlagen durch neue trockene zu ersetzen.

Nach 24 Stunden müssen die Pakete umgelegt werden — eine unumgänglich notwendige Arbeit, wenn die Pflanzen nicht verderben sollen. Das geschieht in der Weise, daß man die sämtlichen Zwischenlagen nacheinander herausnimmt und durch neue trockene, womöglich warm gemachte ersetzt. Die feuchten Zwischenlagen müssen dann sorgfältig getrocknet werden, ehe sie wieder zur Verwendung kommen. Die weißen Bogen mit ihrer Einlage bleiben vom Umlegen unberührt. Es werden also die Pflanzen selbst nicht in neue weiße Bogen gelegt, darunter würden sie nur leiden. Nach dem Umlegen werden die Pakete von neuem verschnürt. Das Umlegen muß alle Tage geschehen, bis die Pflanzen trocken sind. Man erkennt das daran, daß die Einlagen sich nicht mehr kalt anfühlen, wenn man den Rücken der Hand auf sie legt. Dann erst kann man die weißen Bogen aus den Zwischenlagen und der Presse herausnehmen und in besonderen Mappen bis zur weiteren Behandlung für das Herbarium unterbringen.

Wie schon oben erwähnt, verändern manche Pflanzen beim Trocknen ihre natürliche Farbe. Man kann diesen Übelstand zum größten Teile durch rasches Trocknen vermeiden. Manche verwenden dazu ein heißes Bügeleisen, mit dem sie über den weißen Fließpapierbogen mit seiner Einlage streichen und den naßgewordenen Bogen öfters wechseln. Die Blüten dürfen hierbei nicht bestrichen werden. Orchideen z. B. halten sich bei diesem Verfahren recht hübsch. Bessere Resultate jedoch soll nach dem Zeugnis namhafter Botaniker die von Rostowzew bekannt gemachte Methode mit Wattematratzen ergeben. Letztere werden aus hygroskopischer Watte hergestellt, welche man in ungefähr fingerdicke Schichten auseinanderlegt und dann nach der Größe der Gitterpresse in viereckige Stücke zurechtschneidet. Die einzelnen Lagen werden auf beiden Seiten mit Seidenpapier beklebt, das aber nur am Rande mit Leim an der Watte befestigt wird. Nach dem Trocknen des Leimes sind die Wattematratzen zum Gebrauch fertig. Hierbei legt man die Pflanzen ohne Fließpapier unmittelbar auf eine Matratze und deckt sie mit einer solchen wieder zu. So fährt man fort, bis das Paket 10—15 cm dick ist, und schnallt es dann in eine Gitterpresse, die an einem warmen luftigen Ort aufbewahrt wird. Die meisten Pflanzen brauchen gar nicht umgelegt zu werden und sind nach 2—3 Tagen trocken. Nur wenn die eingelegten Exemplare besonders saftig sind, ist ein Umlegen nötig. Es genügt aber hierbei, das Paket in zwei Hälften zu teilen und diese dann wieder so zu-

sammenzulegen, daß die äußeren Matratzen jetzt in die Mitte des Paketes kommen. Bei sehr zarten Pflanzen ist es ratsam, die Pflanzen nicht direkt auf die Matratze, sondern auf Stückchen Seidenpapier zu legen, damit sie nicht an die Matratze ankleben und beim Loslösen verletzt werden. Die kleinen Stückchen Seidenpapier lassen sich leicht ablösen. Hat man die nötige Menge von Matratzen und einige Gitterpressen, so lassen sich auch größere Mengen von Pflanzen und ohne große Mühe und Zeitaufwand tadellos trocknen.

c) Das Vergiften.

Wollte man die Pflanzen nach dem Trocknen direkt in das Herbarium einreihen, so würde man riskieren, daß sie später durch Insekten zerfressen werden. Diese Schädlinge kommen entweder schon aus dem Freien mit der frischen Pflanze in Gestalt von Eiern, die das Trocknen überdauern, in die Sammlung und entwickeln sich hier erst. Oder aber die Eier werden erst im Herbarium selbst an die getrocknete Pflanze gelegt. Der schließliche Effekt ist, obgleich die aus den Eiern sich entwickelnden Tiere verschieden sind, der gleiche. Die Raupen und Larven nähren sich von der Pflanze und zerfressen sie mitsamt dem Papier. Am schlimmsten sind die kleinen weißen oder braunen Larven der Brot- und Speckkäfer (*Anobium* und *Dermestes*-Arten). Wenn die sich erst einmal in einem Herbarium eingenistet haben, so ist die ganze Sammlung gefährdet. Vor ihnen muß die Sammlung in erster Linie geschützt werden. Das geschieht durch das Vergiften der getrockneten Pflanzen durch Sublimat ($HgCl_2$), Schwefelkohlenstoff (CS_2) oder Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4).


Abb. 126. Holzzange.

Das **Sublimat**, das als starkes Gift in den Apotheken nur gegen Giftschein zu erhalten ist, wird in reinem Alkohol gelöst und zwar 14—20 g des kristallisierten Salzes in 1 l Alkohol. (Das große botanische Museum in Berlin nimmt 14 g Sublimat auf 1 l Alkohol.) Die Lösung gießt man in flache Glas- oder glasierte Tonschalen von der Größe der Gitterpresse und legt dann die getrockneten Pflanzen hinein, benetzt sie vollständig und bringt sie nach dem Herausnehmen wieder in weiße Fließpapierbogen. Diese werden dann mit Zwischenlagen, genau wie beim ersten Trocknen, wieder in die Presse eingeschnallt, bis die Pflanzen in ihnen wieder trocken sind. Da das Sublimat ein starkes Gift ist, so ist bei diesem Verfahren die größte Vorsicht geboten. Man schützt deshalb die rechte Hand durch einen alten Glacéhandschuh oder durch Gummifinger und faßt die benetzten Pflanzen nur mit Pinzetten oder Zangen an. Doch sind solche aus Stahl nicht zu benutzen, da sie durch die Flüssigkeit stark angegriffen werden. Für kleinere Pflanzen bedient man sich am besten der Hornpinzetten und für größere der Holzzangen. Letztere (Abb. 126) haben die Form einer Schere mit Griffen und 2—3 cm breiten Blättern, die aber einander ihre Breitseiten zukehren. Die beschriebenen Etiketten dürfen in den weißen Fließpapierbogen nicht mit der benetzten Pflanze in Berührung kommen, weil sie sonst fleckig und unansehnlich werden. Man nimmt sie deshalb am besten aus den Bogen, schreibt auf ihre Rückseite eine fortlaufende Bleistiftnummer und legt den nassen vergifteten Pflanzen in den Bogen ein Stückchen Papier mit der gleichen Nummer bei. Nachdem die Pflanzen trocken sind, fügt man ihnen die Etiketten wieder bei. Dadurch wird eine sonst leicht eintretende Verwechselung der Etiketten vermieden. Da Alkohol leicht verdunstet, so ist ein möglichst rasches Arbeiten anzuraten. Auch darf man nicht zuviel Pflanzen auf einmal vergiften, da durch den verdunstenden Alkohol sich bei der Arbeit leicht Kopfschmerzen einstellen. Die übrig bleibende Flüssigkeit wird in gut schließende Flaschen gefüllt und kann natürlich mehrmals benutzt werden.

Da reiner Alkohol ziemlich teuer ist, so hat man auch versucht, denaturierten Spiritus

für das Vergiften zu verwenden. Auch das ist nach R. Beyer möglich, nur muß man dann mehr Sublimat dem Alkohol zusetzen. Das Quecksilberchlorid erzeugt mit den zur Denaturierung benutzten Pyridinbasen nach und nach einen Niederschlag und fällt diese vollständig aus. Der Überschuß des Sublimates gibt dann mit dem von den Pyridinbasen befreiten Alkohol die zum Vergiften geeignete Lösung. Beyer gibt für dieses Verfahren das folgende Rezept: 1 l 95%iger denaturierter Spiritus wird mit 38 g feingepulverten Sublimats versetzt und möglichst oft umgeschüttelt. Die dann nach 24 Stunden abfiltrierte Lösung ist eine etwa 2%ige und zum Vergiften geeignet. Aus dem weißen Niederschlage läßt sich das überschüssig zugesetzte Quecksilberchlorid folgendermaßen wiedergewinnen: Der Niederschlag wird unausgewaschen auf dem Filter getrocknet und in heißem Wasser gelöst. Noch heiß wird das Quecksilber mit Natronlauge als gelbes Oxyd gefällt, und dieses dann nach dem Abfiltrieren und Waschen durch Salzsäure wieder in Chlorid übergeführt. Das Verfahren stellt sich erheblich billiger als die Verwendung von reinem Spiritus.

Die Behandlung der getrockneten Pflanzen mit den Dämpfen von Schwefelkohlenstoff hat den Zweck, das Einschleppen von Insekten in das Herbarium zu verhindern, oder, wenn sich solche schon in diesem eingeschlichen haben, sie abzutöten. Es kann also bei dieser Behandlung wohl alles Leben vernichtet, aber nicht die Pflanze selbst vergiftet, d. h. so verändert werden, daß sie vor späteren Angriffen durch Insektenlarven dauernd geschützt wäre, wie das bei der Behandlung mit Sublimat der Fall ist. Trotzdem halten einige große Herbarien z. B. das Wiener durch dieses Schwefelkohlenstoffverfahren sich frei von Insektenschaden.

Zur Schwefelkohlenstoffbehandlung braucht man einen luftdicht schließenden Kasten, der so groß ist, daß er 4—6 Pakete bequem auf einmal aufnehmen kann. Es eignen sich dazu starke feste Holzkisten, die man innen mit Zinkblech auslegen läßt. Nur müssen die Zinkstücke zusammen gelötet werden, damit kein Gas entweichen kann. Auch der Deckel muß luftdicht schließen. Zu diesem Zweck läßt man rings um den oberen äußeren Rand eine 3—4 cm tiefe Rinne von Zinkblech anbringen, die mit Wasser gefüllt werden kann. Zur größeren Bequemlichkeit läßt man die Rinne an einer Stelle mit einem kurzen Abflußrohr versehen. Der Deckel des Kastens muß natürlich innen auch mit Zinkblech ausgeschlagen werden. Das Zinkblech ragt über den Rand des Holzdeckels etwas hinaus und ist dann senkrecht umgebogen. Die senkrechte Kante greift beim Schließen des Deckels in die mit Wasser gefüllte Rinne und gibt so einen luftdichten Abschluß. Zur besseren Handhabung des Deckels läßt man auf seiner Oberseite 1—2 Metallgriffe anschrauben.

Die Pflanzenpakete werden aufgebunden in den Kasten gelegt. Dann stellt man auf den Boden eine Schale mit Schwefelkohlenstoff, schließt den Deckel, verkorkt die Abflußröhre und gießt in die Rinne Wasser, das im Sommer bei starker Verdunstung zuweilen erneuert werden muß. In dem Schwefelkohlenstoffkasten verbleiben die Pakete 5—6 Tage. Dann sind alle Käfer und Larven getötet. Eier sollen sich jedoch länger lebend erhalten. Nach dem Herausnehmen werden die Pakete offen an einem luftigen Ort, z. B. am geöffneten Fenster liegen gelassen, ehe sie wieder in die Schränke kommen.

Da Schwefelkohlenstoff nicht nur sehr feuergefährlich, sondern eingeatmet auch gesundheitsschädlich ist, so hat man neuerdings vorgeschlagen, den Schwefelkohlenstoff durch Tetrachlorkohlenstoff zu ersetzen. Dieser soll viel rascher und gründlicher vergiften als jener, den Pflanzen aber keineswegs schaden. Eigene Erfahrungen fehlen mir noch über dieses Verfahren. Die Behandlung ist dieselbe wie bei Schwefelkohlenstoff, doch brauchen die Pflanzen nur 24—48 Stunden in dem Kasten zu liegen.

d) Das Aufbewahren im Herbarium.

Nach dem Vergiften handelt es sich nun darum, die Pflanzen zweckmäßig aufzubewahren. Dafür hat sich das Herbarium bewährt. Es sei hier darauf hingewiesen, daß man unter Herbarien keineswegs immer das verstanden hat, was man heute darunter versteht, nämlich Sammlungen von flachgepreßten, getrockneten Pflanzen. Im Altertume (Plinius) gebrauchte man das Wort Herbarius für einen Kräutersammler. In den medizinisch-botanischen Handschriften des 14. und 15. Jahrhunderts wird mit Herbarius das alphabetische Verzeichnis der Heilpflanzen bezeichnet. Später ging dieser Name auf die mit Abbildungen versehenen Kräuterbücher über. Man hat z. B. einen Herbarius Maguntinus (1484) und einen Herbarius Patavie impressus anno 1486. Diesen ersten Kräuterbüchern sind dann eine ganze Anzahl mit dem gleichen Namen Herbarius nachgefolgt. Auch für die deutschen Ausgaben der Kräuterbücher behielt man diesen lateinischen Namen bei. Im 16. Jahrhundert erfuhr dann der Begriff Herbarius durch die „Väter der Botanik“ eine weitere Wandlung, indem man ihn, wie in seiner ursprünglichen Bedeutung, wieder auf den Botaniker selbst übertrug. So schrieb Brunfels stets Hieronymus herbarius für Bock usw. Und wie man heute neben dem „Botaniker“ auch das „Botanisieren“ und „Botanisierengehen“ hat, so gebrauchte man damals herborisare, herborisieren, herbatum ire, herbatum gehen usw. Herbarien in dem heutigen Sinne, also getrocknete Pflanzensammlungen, tauchen erst gegen die Mitte des 16. Jahrhunderts auf. Man hatte für sie zunächst keinen Namen, sie werden schlechthin als Buch bzw. als liber, codex, chartae und dann als Kräuterbuch bezeichnet. Um nun Verwechslungen mit den gedruckten Kräuterbüchern zu vermeiden, nannte man sie „Lebendiger Herbarius oder Kräuterbuch“, auch Herbarius vivus oder Herbarium vivum. Bis dann schließlich nur noch Herbarium übrig blieb.

Nach dieser geschichtlichen Abschweifung kehren wir wieder zu Herstellung eines Herbariums zurück. Da ist nun die erste wichtige Frage: Welches Papier soll man für ein solches verwenden? Unser gewöhnliches geleimtes Schreibpapier ist auch in seinen besten Sorten dazu sehr wenig geeignet. Es ist zu dünn und zu glatt. Stärkere Pflanzen drücken es deshalb leicht durch und können dabei darunter oder darüber liegende zarte Exemplare verletzen. Die Glätte des Schreibpapieres bedingt wieder, daß Pflanzen und Etiketten, wenigstens wenn sie nicht angeheftet sind, leicht aus den Bogen fallen und diese selbst zu leicht rutschen und in Unordnung geraten. Alle diese Unannehmlichkeiten vermeidet man, wenn man ein festes, starkes, etwas rauhes Papier, wie es uns z. B. in dem alten guten Büttenpapier vorliegt, verwendet. Ob dieses von weißer, gelber oder grauer Farbe ist, kommt dabei wenig in Betracht, nur sollte man sich immer derselben Farbe und unbeschriebenen Papieres bedienen.

Die Größe der Papierbogen muß von vornherein so bemessen sein, daß man nicht nötig hat, die in der Gitterpresse getrockneten oder von einem anderen Sammler erhaltenen Pflanzen noch nachträglich beschneiden zu müssen. 40×25 cm, also etwas größer als das Reichsformat, ist ein empfehlenswertes Maß. Weiter hat man sich zu entscheiden, ob man die Pflanzen aufkleben oder nur lose in einen Bogen legen will. Im ersteren Falle benutzt man halbe, im letzteren ganze Bogen. Für eine Schulsammlung ist das erstere Verfahren vorzuziehen, für eine Privatsammlung kann man sich mit dem zweiten begnügen. Das Aufkleben ist natürlich zeitraubend. Doch kann man in der Schule dazu Hilfskräfte aus der Zahl der Schüler heranziehen.

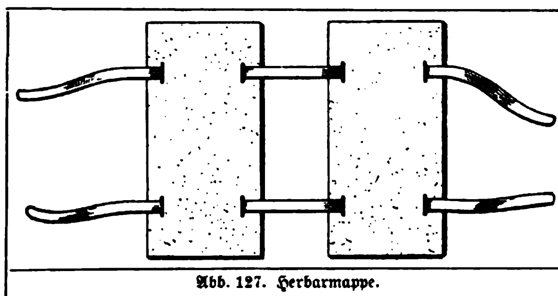
Das Aufkleben geschah früher, z. B. im 16. und 17. Jahrhundert allgemein, in der Weise, daß man die Pflanze mit ihrer ganzen Unterseite auf den Bogen aufleimte. Davon ist man aber abgekommen, weil eine eingehende Untersuchung solcher Pflanzen zur Unmög-

lichkeit wird. Jetzt legt man die Pflanze lose auf den Bogen auf und befestigt sie dann auf diesem durch kleine 3—5 mm breite und 2—5 cm lange gummierte Papierstreifen, die man unten, in der Mitte und oben, und wenn es nötig ist auch an den Zweigen und Ästen, über die Pflanze legt und an den beiden freien Enden festklebt. Ehe man zum Aufkleben der Pflanzen schreitet, tut man gut, sich von diesen Streifen erst einen größeren Vorrat herzustellen. Zu diesem Zweck heftet man etwa einen Quartbogen des Herbarpapieres mit Heftzwecken auf einem Brett fest, bestreicht ihn dann mit Gummiarabikum und schneidet ihn, wenn er ganz trocken ist, in Streifen von 2—5 cm Breite. Durch Querschnitte werden diese dann in die 3—5 mm breiten Streifchen zerlegt, die zum Aufkleben dienen sollen. Das verwendete Papier muß aber fest und der Leim gut klebend sein, sonst hat man namentlich beim Aufkleben starrer Pflanzen große Verdrießlichkeiten. Die in den Läden käuflichen kleinen Rollen mit gummierten Papierstreifen sind daher unverwendbar, weil das Papier zu dünn ist und zu leicht reißt. In Streifen geschnitten rollen sich diese außerdem beim Anfeuchten zusammen, und man hat dann seine liebe Not, sie richtig über die Pflanze zu legen. Meist ist auch ihr Klebstoff nicht bindend genug. Etwas besser sind die Rollen mit gummierter Leinwand oder die mit Dextrin überstrichenen Bogen der Etikettenfabriken. Aber am besten stellt man sich die Streifen mit Gummiarabikum selbst her. Bei starren Pflanzen mit starken Stengeln oder holzigen Zweigen springen die gummierten Streifen mit der Zeit gern ab. Das verhindert man, wenn man die Papierstreifen etwas breiter nimmt und sie mit frischem Fischleim aufklebt. Oder man läßt die Papierstreifen in diesem Falle ganz weg und bindet die Pflanze auf dem Bogen fest. Dabei sticht man rechts und links von dem Stengel mit einer Nadel Löcher in den Bogen, zieht einen Faden durch und bindet diesen über dem Pflanzenstengel zusammen.

In der Regel kommt auf einen halben Herbarbogen nur eine Art. Ist diese klein, so werden mehrere Exemplare derselben womöglich in verschiedenen Entwicklungszuständen auf dem Bogen gleichmäßig verteilt und dann aufgeklebt. Bei größeren Arten genügen 1—2 Exemplare. Und bei Bäumen und Sträuchern, von denen das Herbarium in erster Linie die Lebensgeschichte in Gestalt von Blüten und Früchten, von Winterknospen, Blattentfaltung, Vollbelaubung und Herbstverfärbung zur Darstellung bringen soll, müssen sich mehrere halbe Bogen in die Aufnahme einer Art teilen. Beim Verteilen der Pflanzen auf den Bogen hat man darauf Rücksicht zu nehmen, daß auch für die aufzuklebende Etikette genügend Raum vorhanden ist. Sind nun die Pflanzen auf den halben Bogen befestigt oder lose in ganzen Bogen untergebracht, so können sie schließlich zu einem Herbarium vereinigt werden. Ihre Anordnung und Reihenfolge in diesem richtet sich nach dem Ziel, das man mit einem solchen zu erreichen strebt. Man kann da ein systematisches, ein biologisches und ein Formationsherbarium unterscheiden.

α) Das systematische Herbarium.

Für die meisten Herbarien, größere und kleinere, ist die systematische Reihenfolge die Regel. Zur Herstellung eines solchen Herbariums werden die halben Bogen mit den aufgeklebten Pflanzen zunächst in einen besonderen ganzen Artbogen gelegt. Die Artbogen kommen dann in einen Gattungsbogen, der am besten aus anders gefärbtem, z. B. aus stärkerem blauem Papier besteht. Größere Gattungen mit vielen Arten müssen natürlich in mehrere kleinere Haufen geteilt werden, von denen jeder einen besonderen Gattungsumschlagbogen erhält. Die Gattungen werden dann zu Familien zusammengelegt, die auch voneinander durch besondere Umschlagbogen getrennt werden. Die einzelnen Umschlagbogen bekommen außen die ihrem Inhalt entsprechenden Aufschriften. Es ist vorteilhaft, bei den Artbogen den Falz links zu legen und dann auf die untere linke Ecke den Artnamen mit der vorgesetzten Nummer zu schreiben.


Abb. 127. Herbarmappe.

Bei den Gattungsbogen dagegen bleibt der Falz rechts und Nummer und Name kommen unten rechts in die Ecke. Die Familienbogen haben wie die Artbogen den Falz wieder links. Auf diese Weise wird nicht nur das Aufsuchen der gewünschten Pflanzen erleichtert, sondern der Inhalt auch möglichst vor Staub geschützt. Haben die aufeinandergelegten Bogen nun eine Höhe von ungefähr 10 cm erreicht, so werden sie in eine Mappe aus zwei starken Pappdeckeln eingeschnürt, die etwas größer sein muß als die Bogen, damit diese nicht verletzt werden. Der Verschluß der Mappe geschieht am einfachsten durch einen 3 cm breiten Leinengurt, den man quer über die Mitte des Paketes legt und dann durch eine Schnalle mit Hebelverschluß festmacht. Ein solcher Verschluß läßt sich rasch öffnen und schließen und hält dabei vortrefflich. Häufig hat man auch noch Mappen, die oben und unten durch zwei schmale Leinenbänder geschlossen werden (Abb. 127). Die Pappdeckel tragen dann an den Längsseiten $1^1/_2$ cm vom Rande Einschnitte von 2 cm Länge, durch die man das Band zieht und zwar so, daß der schmale äußere Rand der Pappe vom Leinenband überdeckt ist. Diese Bänder sind in der Handhabung etwas umständlicher als der oben erwähnte Leinengurt, weil man zwei Schleifen binden und lösen muß, sie halten aber dafür die Pakete auch besser zusammen. Die Farbe der Mappen ist natürlich Geschmacksache. Es gibt große Herbarien, die unbeklebte Pappdeckel benutzen, andere wieder lassen diese blau überziehen.

Für die Reihenfolge von Gattungen und Familien ist entscheidend das System, zu dem man sich entschließt. Es können da heute nur drei in Frage kommen. Das ältere De Candollesche, das Englersche und das Wettsteinsche System. Die Pflanzen sollen aber nicht nur nach ihrer systematischen Verwandtschaft zusammenliegen, sondern auch leicht auffindbar sein. Das wird erreicht, wenn die Familien, vor allem aber die Gattungen fortlaufend numeriert sind. Solch numerierte Verzeichnisse, die direkt als Herbarverzeichnisse benutzt werden können, gibt es für alle drei obenerwähnten Systeme. Für das De Candollesche System liegt seit 1888 in Durands Index generum Phanerogamarum ein solches Verzeichnis vor. Für das Englersche System haben Dalla Torre und Harms in ihren Genera Siphonogamarum 1907 eins geschaffen. Und für das Wettsteinsche System hat Janchen wenigstens die europäischen Gattungen der Farn- und Blütenpflanzen 1909 in fortlaufender Numerierung zusammengestellt. Wenn man die Gattungen in einem Herbarium nach einem dieser Verzeichnisse numeriert hat, so braucht man nur die in einem Faszikel beieinander liegenden Nummern (die erste und letzte) auf besonderen Zettel zu schreiben, der der betreffenden Mappe beigelegt wird und mit den Nummern etwas aus ihr hervorragt. Dann ist es einem jeden, mag er auch gar nicht mit der Reihenfolge des gewählten Systems vertraut sein, leicht möglich, die gewünschte Pflanze zu finden. Es verschlägt dabei gar nichts, wenn einzelne Nummern oder ganze Reihen solcher im Herbarium nicht vertreten sind. Die Arten innerhalb der Gattung ordnet man vielfach alphabetisch an. Doch ist das nicht zu empfehlen, weil heute unsere Nomenklatur wegen des Aufsuchens des ältesten Namens noch immer in Fluß ist, und zwar leider mehr wie früher. Man tut deshalb auch hier gut, sich an ein numeriertes Verzeichnis zu halten. Für die europäische Flora liegt uns ein solches in Nymans Conspectus Florae Europaeae vor. Auch Garckes Flora von Deutschland hat fortlaufend numerierte Gattungen und Arten und kann deshalb für kleinere Sammlungen als Verzeichnis zugrunde gelegt werden.

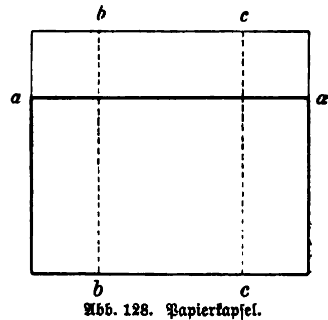


Abb. 128. Papierkapsel.

Die einzelnen Pakete kommen nun in offene Regale oder wegen des Staubschutzes besser in gut schließende Schränke. Hat man die Pflanzen aufgeklebt, so kann man die Pakete auf die Längskante stellen und nützt so den Platz in den Schränken besser aus. Im anderen Falle müssen die Pakete gelegt werden und zwar höchstens zwei oder drei aufeinander, weil sonst das Herausnehmen unbequem wird. Die Herbarschränke dürfen natürlich nicht in feuchten Räumen aufgestellt werden, weil hier die Pflanzen schimmeln.

Wie die Blütenpflanzen werden in der systematischen Sammlung auch die Gefäßkryptogamen, die Farne und ihre Verwandten, behandelt. Dagegen macht sich für die Moose, Flechten, Pilze und Algen wegen ihrer Kleinheit meist eine etwas andere Aufbewahrung nötig. Früher leimte man diese als Einzelpflanze oder in ganzen Rasen nach dem Pressen auf Papier. Das hat sich bei diesen zarten Geschöpfen bis auf wenige Ausnahmen nicht bewährt, ebensowenig das Festkleben mit gummierten Streifen. Nur gewisse erdbewohnende Lebermoose, wie die *Riccia*-Arten, können durch das Aufkleben allein vor Zerbröckeln und Zerstörung bewahrt werden. „Jede Erd-*Riccia* wird mit einer flachen, nicht zu dünnen Substratschicht ausgehoben, ringsum, soweit die Fronslappen reichen, von Erde befreit, die ventrale Erdschicht möglichst glatt abgeschnitten und das Exemplar sodann zwischen sehr weichem Fließpapier bei gelindem Druck getrocknet. Nach dem Trocknen werden die einzelnen Räschen unterseits stark geleimt und nebeneinander auf einem rechteckigen Stück Kartonpapier befestigt, welches sodann, nachdem es vorher noch mit einer gleichgroßen Lage weißen Papieres bedeckt worden, in eine Papierkapsel eingeschlossen wird" (Warnstorf). Alle übrigen Kryptogamen legt man nach dem Pressen und Trocknen lose in solche Papierkapseln und klebt diese auf Herbarbogen. Die Papierkapseln werden aus dünnem, nicht zu brüchigem Papier wie folgt hergestellt: Ein Quart- oder Oktavbogen wird in der Weise gefaltet, daß die obere umgebrochene Hälfte etwa bis zur Linie *aa* (Abb. 128) reicht. Die untere Blatthälfte ragt also 2—2½ cm über die obere hinaus. Diesen vorstehenden Teil bricht man in *aa* nach vorn um, so daß er sich über die obere Hälfte legt. Nun schlägt man noch den linken und rechten Rand in den Linien *bb* und *cc* nach hinten um, und die Kapsel ist zur Aufnahme der Kryptogamen fertig. Ihre Größe richtet sich nach der Größe der aufzunehmenden Objekte. Doch tut man gut, unter Oktavblätter nicht herabzugehen. Die Etikette wird entweder auf den übergeschlagenen oberen Rand oder auf die obere Hälfte der Kapsel aufgeklebt. Sehr zarte und kleine Objekte, seien es nun ganze Pflänzchen oder nur Teile von solchen, die in den Kapseln aus Oktavblättern leicht verloren gehen, werden noch besonders in kleine, ganz ähnliche Papierkapseln von 3—4 qcm Größe eingeschlossen und dann erst in die größeren Kapseln gelegt.

In solchen Kapseln kann man die meisten Thallophyten unterbringen, auch die Krustenflechten mit ihrer Gesteinsunterlage, falls diese nicht zu dick ist. Im letzteren Falle muß man sie wie große holzige Früchte in Pappkästchen legen. Da hinein gehören auch harte Polyporeen und andere holzbewohnende Pilze sowie die zarten Myxomyzeten. Für die weichen Hutpilze dagegen ist die nasse Konservierung vorzuziehen. Für die Algenauftragungen auf Papier oder Glimmerblättchen, die nicht bauschen, benutzt man besser Papierkapseln, die man sich nach Abb. 129 schneidet. Die Präparate kommen auf *a*, dann schlägt man *b* darüber und bricht die Ränder *cde* über *b* um.

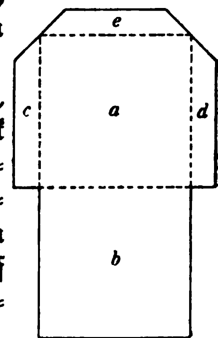


Abb. 129. Kleine Papierkapsel.

Für die Reihenfolge der niederen Kryptogamen im Herbarium kann man auch wieder eins der drei für die Phanerogamen genannten Systeme benutzen. Da es aber heute noch keine numerierten Verzeichnisse nach diesen Systemen gibt, so tut man gut, sich selber ein solches herzustellen und nach diesem die Kryptogamen im Herbarium zu ordnen. Oder man benutzt dazu eine der großen Kryptogamenfloren von Deutschland von Rabenhorst oder Migula. In der ersteren haben Limpricht die Laubmoose, Müller die Lebermoose und Winter, Rehm, Sabebeck, Allescher, Fischer und Lindau die Pilze bearbeitet. Dagegen fehlen in ihr noch die Algen und Flechten. Erstere liegen nun in Migula in einem zweibändigen Werk fertig vor, das demnach die Lücke in Rabenhorst gut ausfüllt. Für die Flechten ist man auch heute noch auf die kleineren Floren von Sydow, Die Flechten Deutschlands, oder von Stein, Flechtenflora von Schlesien, angewiesen. Für die Ordnung der Kryptogamen in der Schulsammlung ist die jetzt im Erscheinen begriffene „Kryptogamenflora für Anfänger" von G. Lindau (Berlin, Springer) sehr zu empfehlen.

Das systematische Herbarium einer Schulsammlung, das doch in erster Linie den Erfordernissen des Unterrichts zu dienen hat, kann nicht nach den für eine Privat- oder größere öffentliche Sammlung maßgebenden Grundsätzen eingerichtet werden. Hier handelt es sich nicht darum, möglichst viele Arten eines kleineren oder größeren Gebietes im Herbarium zusammenzubringen, sondern nur eine kleine Auswahl, die nicht wesentlich über das im Unterricht zu bewältigende Maß hinausgeht. Aber diese wenigen Arten müssen so vertreten sein, daß sie auch getrocknet dem Beschauer noch ein Bild von dem Werden und Vergehen, von der Lebensgeschichte der Art geben. Es sollten da z. B. zur Darstellung kommen: die Keimpflanzen, das Hervorbrechen des Stengels aus der Erde im Frühjahr, die Entfaltung der Blätter und die Vollbelaubung, Blatt- und Blütenknospen, die Vollblüte, junge, reife und ausgefallene Früchte mit den Samen, die Überwinterungseinrichtungen ausdauernder Arten über oder unter der Erde, die auf der Pflanze lebenden pflanzlichen Parasiten und Schmarotzer, soweit sie makroskopisch wahrnehmbar sind, Mißbildungen, Gallen und Tierfraßspuren usw. Eine in dieser Vollständigkeit vertretene Art würde ein sehr wertvolles Anschauungsmaterial für den Unterricht sein, das nicht einmal durch die lebende Pflanze, die ja immer nur eine einzige Entwicklungsphase zeigen kann, und auch nicht durch Abbildungen zu ersetzen wäre. Die Auswahl der Arten müßte sich natürlich nach der heimischen Pflanzenwelt richten. Es würde demnach jede Schulsammlung je nach der geographischen Lage einen lokal gefärbten Charakter haben. Die starke Betonung der Lebensgeschichte der Einzelarten wird bei einer guten Auswahl den Wert des Herbariums für systematische Ableitungen nicht beeinflussen. Daß eine solche Sammlung nur ganz allmählich im Laufe von Jahren zusammengestellt werden kann, ist selbstverständlich. Käuflich ist bis jetzt keine zu haben. Doch haben einige Firmen Anläufe dazu unternommen. So liefert das Naturhistorische Institut Linnaea in Berlin 21, Turmstraße 19, in der größeren Ausgabe seiner deutschen Nutzhölzer auch 10 Spezies in der Gesamtentwicklung von der Keimpflanze bis zum Samen. Es dürften auch eine ganze Reihe von Stauden in ähnlicher Ausführung auf allgemeines Interesse stoßen.

Nutzpflanzenherbarium. Die ausländischen Nutzpflanzen können auch in das systematische Herbarium eingereiht werden. Sie müssen aber dann ihrer systematischen Stellung entsprechend unter die vorhandenen einheimischen Pflanzen verteilt werden. Das ist oft für den Unterricht unpraktisch. Man stellt sie deshalb besser mit den einheimischen Nutzpflanzen zu einem besonderen Nutzpflanzenherbarium zusammen, das dem systematischen Herbarium als Anhang angegliedert wird. In einem solchen werden die Nutzpflanzen nicht systematisch, sondern nach ihrem Gebrauch geordnet, als Lieferanten von Nahrungs- und Genußmitteln, von Ge-

würzen, Farb- und Gerbstoffen, von Gummi, Harzen und Kopalen, von Kautschuk und Guttapercha, von Faserstoffen, Nutzhölzern und Medizinalpflanzen. Als ausgezeichnete, nie versagende Bezugsquelle für Nutzpflanzen kann das Biologische Institut von K. Kafka, Wien III, 4, Rennweg 42, empfohlen werden. Dieses liefert nicht nur einzelne Nutzpflanzen, gepreßt oder in Formalin, sondern auch Sammlungen von jedem gewünschten Umfang, und für Schulen mit reichen Mitteln solche in Glaskästen von 73×53 cm Größe, in denen natürlich auch die Handelsprodukte vertreten sind. Auch der Verlag botanischer Sammlungen von H. Hein, Kiel, Gutenbergstraße 6, bietet eine Reihe von einheimischen und ausländischen Nutzpflanzenherbarien an.

β) Das biologische Herbarium.

Handelte es sich bei dem systematischen Herbarium um die Einzelart und ihre Lebensgeschichte, so soll das biologische Herbarium, das auch in erster Linie Schul- und Lehrzwecken dienen soll, gewisse biologische Beziehungen zusammenfassend zur Anschauung bringen. Hier ist natürlich eine Beschränkung auf die einheimische Flora nicht nötig, wenn die vorhandenen Mittel oft auch eine solche erheischen. Die Frage, welche biologischen Beziehungen man hier niederlegen soll, wird allerdings sehr verschieden beantwortet werden. Die einen werden den Begriff eng, die anderen weit fassen. Aber das tut nichts. Geschmack, Neigung und Unterrichtsbetrieb mögen diesem Herbarium überall eine persönliche Note aufdrücken. Und die paar Beispiele, die ich hier anführe, sollen die Sache keineswegs erschöpfen. Nur so viel sei bemerkt, daß ich die Beziehungen der Vegetationsformen zum Standort dem Formationsherbarium überweise. Man könnte ja diese beiden vereinigen. Aber ich bin der Meinung, daß es für den Unterricht praktischer ist, gewisse, schon in den Unterklassen zu behandelnde interessante biologische Erscheinungen, soweit sie sich herbarmäßig zur Anschauung bringen lassen, zu einem besonderen kleineren biologischen Herbarium zusammenzufassen. Zu den letzteren möchte ich rechnen: die Blütenbiologie, die Samen- und Fruchtverbreitung, die vegetative Vermehrung, Schutz der Pflanzen vor Tierfraß und die Ernährungsbiologie.

a) Blütenbiologie. Hier können zunächst die Windblütler oder vielmehr eine Auswahl derselben zusammengestellt werden, und zwar gruppiert nach zweihäusigen, einhäusigen und zwitterigen Pflanzen. Beispiele für diese Gruppen finden sich in M. Wagner, Biologie unserer einheimischen Phanerogamen, Leipzig, B. G. Teubner 1908, S. 104 u. 105 aufgezählt. Es braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden, daß dabei nicht jede Art wie im systematischen Herbarium auf einen besonderen halben Bogen kommt, sondern daß man auf einen solchen so viel blütentragende Arten klebt, als bei geschmackvoller Anordnung darauf Platz finden. Das gilt natürlich auch für die folgenden biologischen Gruppen. Weitere Gruppen können gebildet werden durch die Pollenblumen, Fliegen- (Ekel-, Kesselfallen- und Klemmfallen-) blumen, Bienenblumen (Honigröhre unter 7 mm Länge), Hummelblumen (bis 2 cm lange Honigröhre) und Falter-(Tag- und Nachtfalter-)blumen. Vertreter dieser Gruppen zählt Wagner S. 111 u. S. 135—142 auf. Auch die Vereinigung der Blüten, besonders der kleinen und unscheinbar gefärbten, zu größeren Gemeinschaften in Gestalt von Trauben, Rispen, Dolden, Trugdolden, Ähren, Körbchen und Köpfchen, Kätzchen und Kolben kann herbarmäßig ausgedrückt werden (s. Wagner S. 130—133). Eine solche Zusammenstellung würde auch für morphologische Ableitungen von Wert sein. Dagegen eignen sich andere, namentlich auf die Blütenfarbe begründete biologische Erscheinungen nicht für das Herbarium.

b) Samen- und Fruchtverbreitung. Soll im Herbarium die fast unbegrenzte Möglichkeit der Samen- und Fruchtausrüstung für die Verbreitung zur übersichtlichen Darstellung gelangen, so dürfen nicht die Pflanzen selbst, sondern eben nur ihre Samen und Früchte er-

scheinen. Manche Pflanzen sorgen selbst kräftig für ein gutes Ausstreuen ihrer Samen durch Ausbildung besonderer Ausschleudervorrichtungen oder durch explodierende Früchte (s. Wagner S. 160 u. 161). Oder sie lassen das durch Tiere, wie Vögel, Ameisen, Eichhörnchen, Haselmäuse usw. besorgen und haben zur Erreichung dieses Zweckes Anlockungsmittel für jene in Gestalt von auffallend gefärbten oder fleischigen Früchten geschaffen. Oder sie haben besondere Klettvorrichtungen, steife Haare, Borsten und Haken, mit denen sie sich an den Pelz vorüberstreichender Tiere anheften. Noch mannigfaltiger sind bekanntlich die Einrichtungen zum Aussäen des Samens durch den Wind: Kleinheit und Leichtigkeit der Samen, aufgeblasene Früchte, Flugapparate in Gestalt von häutigen Rändern und Flügeln, von Flughaaren und Borsten. Auch die Einrichtungen für den Wassertransport lassen sich durch lufterfüllte, blasige Früchte zur Darstellung bringen. Ebenso können die kriechenden und hüpfenden Samen, die Einrichtungen zur Befestigung der Samen im Boden durch Bohrapparate usw. und die Schutzvorrichtungen des ruhenden Samens leicht veranschaulicht werden. Beispiele aus der heimischen Flora für alle diese Anpassungserscheinungen finden sich aufgezählt in Wagner S. 159—171.

c) Die vegetative Vermehrung. Die verschiedenen Fälle der vegetativen Vermehrung auf einem oder wenigen Bogen zusammenzustellen, ist auch sehr empfehlenswert. Es kämen da in Frage: die Vermehrung durch Ableger und Stecklinge, durch Ausläufer, Wurzelstöcke (Rhizome), Knollen und Zwiebeln, Knospenzwiebeln (Brutknospen, Bulbillen) und Adventivsprosse. Die als Vertreter hierfür geeigneten Pflanzen zählt Wagner S. 77—83 auf.

d) Schutz der Pflanzen vor Tierfraß. In erster Linie ist da den mechanischen Schutzmitteln, den Dornen und Stacheln, den stechenden Borstenhaaren und stark entwickelten Wollhaaren Beachtung zu schenken. Den Pflanzen, die sich durch Einlagerung von Kieselsäure, durch Raphiden oder durch chemische Mittel wie Brennhaare, ätzenden Milchsaft und Gifte schützen, ist zwar äußerlich meist nichts von der Schutzeinrichtung anzusehen, aber der Vollständigkeit wegen müssen sie neben den ersteren vertreten sein (s. Wagner S. 61—66).

e) Ernährungsbiologie. Neben den Parasiten und Saprophyten unter den Phanerogamen kann hier auch des Mutualismus, der eigentlichen Symbiose gedacht werden. Pflanzen, welche in Tieren oder anderen Pflanzen leben, die Flechtensymbiosen, die Mykodomatien oder die Anpassungen an Pilze und Bakterien (Leguminosenknöllchen), die Akarodomatien oder die Anpassung an Milben und die Ameisenpflanzen können da zur Anschauung gelangen. Eine weitere wichtige ernährungsbiologische Gruppe bilden schließlich die fleischfressenden Pflanzen, die außer den einheimischen Vertretern wie *Drosera* und *Aldrovanda, Utricularia* und *Pinguicula* auch die ausländischen Gattungen wie *Drosophyllum* und *Dionaea, Nepenthes* und *Sarracenia* umfassen sollten.

Es ist für den einzelnen schwer, wenn nicht ganz unmöglich, alle diese biologischen Gruppen durch eigene Sammeltätigkeit zusammenzubringen. Es sei deshalb nachdrücklichst auf eine vorzügliche Bezugsquelle dafür hingewiesen, die leider in Lehrerkreisen lange nicht so bekannt ist, als sie es verdiente. Das ist das Biologische und Technologische Institut Kafka, Wien III, 4, Rennweg 42. Dieses Institut liefert die biologischen Sammlungen in jedem gewünschten Umfang als Herbarium oder auch in Glaskästen. In letztem Falle wendet man viel Sorgfalt auf, die Pflanzen in Form und Farbe möglichst naturgetreu zu erhalten.

γ) Das pflanzengeographische Formationsherbarium.

Die Lebensgeschichte einer Art wird erst durch ihre Beziehungen zur Umwelt verständlich. Die Aufdeckung dieser Beziehungen aber führt mit Naturnotwendigkeit auf Ökologie und Pflan-

zengeographie, die im biologischen Unterricht der oberen Klassen leider immer noch nicht überall die gebührende Würdigung finden. Auch für sie kann das Herbarium dienstbar gemacht werden durch Einrichtung besonderer pflanzengeographischer Herbarien. Unter diesen ist besonders wichtig das Formationsherbarium. Ein Formationsherbarium soll die in der Natur vorhandenen Pflanzenformationen zur Anschauung bringen, also jene Bestände, die, aus den verschiedensten systematischen Gruppen zusammengesetzt, durch die gleichen Anforderungen an den Standort zusammengeführt werden und mehr oder weniger auffällig die Einwirkungen dieses Standortes gemeinsam zeigen. Wald, Wiese, Heide und Moor sind allbekannte Beispiele dafür. Diese Formationen sind aber in neuerer Zeit nach ökologischen Gesichtspunkten schärfer gegliedert worden. So unterscheidet Drude[1]) im mitteldeutschen Berg- und Hügellande 32 und Graebner[2]) in größerer Zusammenfassung für ganz Deutschland 18 solcher Formationen. Es könnten also durch das Formationsherbarium z. B. zur Darstellung gelangen: Buchen- und Eichenwälder, Auen-, Bruch- und Bergwälder mit ihren Quellfluren, Sandfluren und Heiden, sonnige Hügel, Niederungs- und Bergwiesen, Moore, subalpine Borstgrasmatten und Geröllfluren, die Binnengewässer mit ihren Ufer- und Wasserpflanzen, Salzwiesen und Salzsümpfe und schließlich die Kulturformationen. Natürlich wäre es für eine Schule ganz undurchführbar, alle diese Formationen im Herbarium zur Anschauung bringen zu wollen. Man muß sich da, meines Erachtens, auf eine oder wenige beschränken, und zwar auf solche, die in der unmittelbaren Umgebung gut erhalten und rein ausgeprägt sind. Es würde sich also mehr um einen bestimmten Wald oder Park, einen bestimmten Hügel oder einen bestimmten Teich handeln. Dadurch bekommt das Formationsherbarium ein heimatliches Gepräge und dient zugleich der Heimatkunde. Denn das heimatliche Landschaftsbild erhält zwar seine Umrisse durch den geologischen Aufbau, seine Farben aber erst durch das bedeckende Pflanzenkleid. Ein volles Verständnis dieses Bildes kann uns also neben der Geologie nur die pflanzengeographische Formationslehre übermitteln.

Alle auf der gewählten pflanzengeographisch einheitlichen Lokalität zusammenwachsenden Arten werden gesammelt, getrocknet, aufgeklebt und zu einem Herbarium vereinigt. Format und Papier können dieselben sein wie beim systematischen Herbarium. Nur wird man nicht jede Art auf besonderen Bogen kleben, sondern ev. ganze Reihen, wenn es der Platz erlaubt. Die Anordnung der Pflanzen in einem Formationsherbarium ist keine systematische. Sie erfolgt nach der Wuchs- oder Vegetationsform. Solcher Formen hat Drude in Deutschlands Pflanzengeographie (S. 33ff.) die folgenden 17 unterschieden: 1. Bäume, 2. Sträucher (Hasel, Schwarzdorn), 3. Zwergsträucher oder Reiser (Vakzinien und Eriken), 4. Schößlingssträucher (Brombeeren und Rosen), 5. Holzstauden mit Halbsträuchern wie *Ruta graveolens*, *Thymus*- und *Calamintha*-Arten und Erdstämme *(Empetrum, Dryas* und *Linnaea)*, 6. Rosettenstauden *(Primula, Fragaria, Hepatica)*, 7. Polsterbildner *(Dianthus Seguieri* und *plumarius)* 8. Blattsukkulenten *(Sedum-*Arten*)*, 9. Kriechstauden *(Galeobdolon, Veronica officinalis)*, 10. gedrängte Rasenbildner *(Nardus stricta, Eriophorum vaginatum)*, 11. Ausläuferrasenbildner *(Elymus, Carex arenaria)*, 12. Erdstauden mit unverholztem perennierendem Wurzelstock und Kraftknospen an diesem *(Aegopodium, Aruncus, Campanula)*, 13. Zwiebel- und Knollenpflanzen, 14. Wurzelsprosser *(Convallaria, Paris, Dentaria)*, 15. Farne, 16. zweijährige Blütenpflanzen und 17. einjährige Blütenpflanzen.

Bei den Waldformationen kann diese Reihenfolge genau eingehalten, also mit den Bäumen begonnen werden, weil diese in der Physiognomie die Hauptrolle spielen. Bei anderen For-

1) Drude, O.: Der herzynische Florenbezirk. Leipzig 1902. Engelmann.

2) Graebner, P.: Die Pflanzenwelt Deutschlands. Leipzig 1909. Quelle u. Meyer.

mationen dagegen sind wieder andere Formen die herrschenden. Diese werden dann vorangestellt, bei den Wiesen z. B. die Rasenbildner usw. Da manche Formationen zu verschiedenen Jahreszeiten in ihrem Blütenflor ein verschiedenes Aussehen zeigen, so ist es ratsam, jede Formation nur im Höhepunkt ihrer Entwicklung zur Darstellung zu bringen und Frühlings- und Herbstblüher auf besonderem Bogen als Ergänzungen hinzuzufügen.

Weitere pflanzengeographisch wichtige Angaben werden auf den den Pflanzen beigefügten Etiketten ausgedrückt. So kann man die gemeinen Arten einer Formation mit weißen, die diese auszeichnenden Arten mit farbigen Etiketten versehen. In dem Formationsherbarium des botanischen Instituts der Technischen Hochschule zu Dresden haben z. B. die Charakterarten des herzynischen Bergwaldes *(Abies pectinata, Lonicera nigra, Athyrium alpestre, Luzula silvatica, Homogyne, Digitalis purpurea, Mulgedium* usw.*)* grüne, die der Niederungs- und Hügelwälder *(Evonymus europaea, Lonicera Periclymenum, Scolopendrium vulgare, Melica nutans* und *uniflora, Melampyrum nemorosum, Cypripedium* usw.*)* rote, die der Moore *(Betula nana, Carex pauciflora, Ledum palustre, Vaccinium uliginosum* und *Oxycoccus, Rhynchospora fusca, Hydrocotyle, Erica Tetralix)* braune, die der Hügelformationen *(Clematis recta, Dictamnus albus, Asperula glauca, Seseli* und andere*)* gelbe und die der Wasserpflanzen *(Hottonia palustris, Trapa natans, Hydrocharis* und *Carex stricta)* blaue Etiketten. Dadurch fallen die Charakterarten sofort in die Augen. Handschriftlich können dann auf den Etiketten noch Angaben gemacht werden über die Dichtigkeit des Vorkommens der Art am Standort (Abundanz), über ihre Häufigkeit in der weiteren Umgebung (Frequenz) und über die allgemeine Verbreitung. Selbstverständlich erfordern manche dieser Angaben eingehende pflanzengeographische Studien, andere wieder nur scharfe Beobachtungen am Standorte. Kann man die ersteren nicht machen, so läßt man eben diese Angaben auf den Etiketten weg. Sie sind zwar sehr wertvoll, machen aber nicht das Wesen des Formationsherbariums aus. Auf jeden Fall sollte man sich dadurch nicht von der Anlegung eines solchen abhalten lassen.

Die aufgeklebten Pflanzen sind zwar imstande, über die Zusammensetzung einer Formation aufzuklären, nicht aber ihr Aussehen, ihre Physiognomie zur Anschauung zu bringen. Da müssen Photographien helfend eingreifen. Heutigen Tages, wo jeder dritte oder vierte Schüler einen Apparat hat, lassen sich diese leicht beschaffen. Und den Schülern ist damit zugleich für ihre Liebhabereien ein würdiges Ziel gegeben. Die Photographien stellt man auf besonderen Bogen aufgeklebt den Bogen mit den Pflanzen voran.

Die Verwertung des Formationsherbariums im Unterricht kann eine vielseitige sein. Man kann die einzelnen Blätter mit den aufgeklebten Pflanzen nach den Vegetationsformen geordnet nebeneinander im Sammlungszimmer aufhängen oder auslegen und sie als Anschauungsmittel bei der Besprechung einer Formation benutzen, oder an ihnen die ökologischen Beziehungen zum Standorte ableiten, oder endlich mit ihrer Hilfe die Vorbereitungen zu Exkursionen in diese Formation treffen. Auf einer botanischen Exkursion mit Schülern sollte man nicht planlos alles beobachten und sammeln, was einem am Wege gerade in die Hände gerät, sondern als festes Ziel stets eine Formation der Umgebung ins Auge fassen und zwar zuerst diejenige, welche im Formationsherbarium zur Darstellung gelangt ist. Hat der Schüler schon in der Schule sich mit deren Pflanzenformen vertraut gemacht, so erkennt er sie auch im Freien leicht wieder. Dadurch aber wird erreicht, daß auf einmal nicht allzuviel neues auf ihn einstürmt. Er hat dann im Freien Zeit zur Vertiefung seiner Kenntnisse und besonders für Beobachtungen der ökologischen Verhältnisse. Und wenn dann der Schüler die Formationen seiner Umgebung erst einmal genauer kennt, so hat er auch ein offenes Auge für

die Pflanzenbestände der weiteren Umgebung. Er schaut die neuauftauchenden Gestalten, vergleicht mit der Heimat und lernt so deren Besonderheiten erkennen und schätzen.

Wie schon erwähnt, ist es nicht durchführbar, in einer Schulsammlung die sämtlichen Formationen oder auch nur die der Umgebung im Herbarium zur Anschauung zu bringen. Wohl aber ist es wünschenswert und auch durchführbar, ihre Charakterarten mehr oder weniger vollständig in ihm niederzulegen. Das gilt besonders von den einheimischen Wasser- und Salzpflanzen mit ihren interessanten Anpassungen an den Standort. Das gilt aber ebenso gut für die ausländischen typischen Vertreter der Tundren-, Steppen- und Wüstenpflanzen. Für diese Pflanzen ist man natürlich auf den Kauf angewiesen. Das Biologische und Technologische Institut Kafka in Wien III, 4, Rennweg 42, ist auch hierfür leistungsfähiger Lieferant.

B. Nasse Konservierung.

Nachdem wir das Konservieren der Pflanzen durch Trocknen und das Aufbewahren des getrockneten Materials in der Sammlung erörtert haben, erübrigt, noch auf die nasse Konservierung kurz einzugehen. Denn es lassen sich nicht alle pflanzlichen Objekte trocken aufbewahren. Von den weichen, saftigen Früchten und den fleischigen Hutpilzen ist das ganz ausgeschlossen. Da benutzte man früher ausschließlich den absoluten Alkohol als vortreffliches Konservierungsmittel. Auch heutigen Tages ist dieser für jenen Zweck unentbehrlich, und zwar für alle Objekte, die später mikroskopischen Untersuchungen unterworfen werden und die feinere Struktur auch der protoplasmatischen Teile möglichst unverändert zeigen sollen.

Bringt man die fleischigen, chlorophyllfreien phanerogamen Parasiten und Saprophyten, wie *Monotropa* und *Lathraea*, behufs späterer anatomischer Untersuchung in Alkohol, so färben sich nicht nur die Pflanzen, sondern auch der Alkohol vollkommen schwarz. Und die schwärzende Substanz wird auch vom Protoplasma aufgenommen und zähe festgehalten. Diese für die Untersuchung sehr störende Veränderung läßt sich nach einem von P. Heinricher (s. Zeitschr. f. Mikroskopie, Bd. IX, 1892, S. 321) gefundenen Verfahren vermeiden. „Legt man nämlich die aufzubewahrenden Stücke lebend in siedendes Wasser, läßt sie etwa eine Viertelstunde sieden und überträgt sie dann in Alkohol, so unterbleibt die Schwärzung nahezu vollends. In ganz ausgezeichneter Weise bleiben so in der ursprünglichen Weise (bei *Lathraea*) die feineren Wurzeln und die Haustorienknöpfe erhalten, welche sich nun sehr gut von der Rinde der Wirtswurzeln abheben. Die ½—1 cm Durchmesser starken Wurzeln allein, welche frisch gelblich gefärbt sind, erscheinen etwas gebräunt und geschwärzt. Die Rhizome bräunen sich nicht, erscheinen aber etwas weniger weiß und mehr hyalin als im frischen Zustande, was jedenfalls in der Verdrängung der Luft aus den großen Lufthöhlen der Rhizomschuppen seinen Grund hat ... Die Erfolge dürften um so besser ausfallen, je früher man die ausgegrabenen und gereinigten Stücke in siedendes Wasser einträgt, und je weniger Verletzungen beim Präparieren des frischen Materials vorgekommen sind. Die Stellen, wo Verletzungen durch Druck und dergleichen stattgefunden haben, bleiben nämlich auch nach dem Sieden stets als dunklere Flecken erhalten."

Für das Aufbewahren pflanzlicher Präparate in der Schausammlung ist der absolute Alkohol etwas zu teuer und für viele Objekte auch ungeeignet, weil er die Farben auszieht. Das gilt nicht nur für den Chlorophyllfarbstoff, sondern auch für alle Blüten- und übrigen Farben. Deshalb hat man hier den Alkohol seit zwei Dezennien durch das Formalin ersetzt.

Das Formalin (Formol, Formaldehyd = CH_2O), das 1869 von Hofmann in Berlin entdeckt und von J. Blum 1892 in die Konservierungstechnik eingeführt wurde, kommt als

40%ige Lösung in den Handel. Als botanische und auch zoologische Konservierungsflüssigkeit genügt schon eine ½—1%ige Lösung. Man braucht also für 1 l Wasser nur wenige Kubikzentimeter der käuflichen Lösung. Dadurch ist das Formalin dem Alkohol bedeutend überlegen und hat dessen starke Verdrängung bedingt. Es ist nicht nur ein sehr billiges Konservierungsmittel, das auch den gering dotierten Schulen die Anlage einer für den Unterricht wichtigen Schausammlung ermöglicht, sondern auch ein sehr bequemes, das namentlich auf größeren Exkursionen und Reisen angenehm ist, da es die Mitführung großer Flüssigkeitsmengen unnötig macht. Alle Hoffnungen, die man anfänglich auf das Formalin setzte, hat es allerdings nicht zu erfüllen vermocht. Es härtet z. B. nicht wie der Alkohol die Gewebe, sondern macht sie weich. Dadurch werden in diesem Medium aufbewahrte Objekte für histologische Untersuchungen ungeeignet. Auch verblassen darin manche Farben oder verändern sich. Ganz unberührt bleiben nur die gelben und manche blaue Farben. Neuerdings hat man jedoch in dem Zusatz von arseniger Säure ein Mittel gefunden, um den letzteren Übelstand, wenn auch nicht vollständig zu beseitigen, so doch sehr zu vermindern. B. Haldy, der mit solcher Formalinmischung zahlreiche, auf Jahre sich erstreckende Versuche angestellt hat, schreibt in den Bastian-Schmidschen Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht Bd. III, H. 6, S. 261 über den Zusatz von arseniger Säure folgendes: „Man nimmt dazu die kristallinische arsenige Säure, von welcher sich 1 Teil in 100 Teilen Wasser bei gewöhnlicher Temperatur löst. Zur Konservierung nimmt man für gewöhnlich reines Wasser und wäßrige arsenigsaure Lösung zu gleichen Teilen und setzt dann das Formol im Verhältnis zur Gesamtmenge der Flüssigkeit und je nach Art des zu konservierenden Objektes zu. Noch besser ist es, wenn man statt des Wassers ausschließlich arsenigsaure Lösung nimmt, was sich ja bei der außerordentlichen Billigkeit der arsenigen Säure mit ganz unerheblichen Kosten ermöglichen läßt." Das Verhältnis des Formalins zur Gesamtmenge der Flüssigkeit schwankt in den Haldyschen Präparaten zwischen 1:10 und 1:30. Die Versuche erstrecken sich auf eine große Anzahl von Früchten und Knollen aus den verschiedensten Familien. Die meisten der gefärbten Objekte bleiben in dem Formalingemisch unverändert, z. B. *Ananas sativus* (1:30) *Asparagus officinalis* (1:10), *Majanthemum bifolium* (1:15), *Berberis vulgaris* (1:30), Kohlrüben und Zuckerrüben (1:15 bis 1:30), *Pirus Aucuparia* (1:20), *Mespilus germanica* (1:25), *Rubus Idaea* (1:20), *Citrus*-Arten, *Evonymus* und *Ilex*, blaue Weintrauben, *Theobroma Cacao* (1:15 bis 1:20), *Daphne Mezereum* (1:30), *Elaeagnus angustifolia* (1:25), *Hedera Helix* (1:30), *Cornus sanguinea* (1:25), Heidel- und Preißelbeeren (1:30), *Lonicera tatarica* (1:25), *Solanum*-, *Physalis*- und *Capsicum*-Arten, *Juniperus communis* u. a. Bei anderen Früchten wieder, und zwar meist solchen von mehr oder weniger dunkler Farbe, wird ein Teil des Farbstoffes ausgezogen. Doch ist dieser Teil so gering, daß sich die Farbe der Früchte dadurch nicht ändert, nur die Konservierungsflüssigkeit wird gefärbt. Diese Verfärbung beginnt etwa 2 Wochen nach dem Einlegen und erreicht ihren Höhepunkt nach ungefähr 6—8 Wochen. „Es bleibt dann weiter nichts übrig, als die Flüssigkeit mit dem Heber abzuziehen und sofort durch neue zu ersetzen. Einschränken kann man die Braunfärbung auch dadurch, daß man die Präparate möglichst wenig dem Licht aussetzt." Die erneute Lösung bleibt dann gewöhnlich klar und ungefärbt. Hierher gehören *Juglans regia*, *Morus nigra*, *Ficus Carica*, unbereifte *Rubus spec.*, Kirschen und Pflaumen, *Punica granatum*, *Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra* und *Ebulus* und noch andere mehr. Eine geringe Anzahl von Früchten endlich zeigen auch in der mit arseniger Säure versetzten Formalinlösung ganz unbeständige Farbstoffe. Dahin gehören *Arum maculatum*, alle Äpfel und Birnen, *Sambucus racemosa* und einige andere. Hoffentlich glückt es einmal, durch Zusatz

einer anderen Substanz zu Formalin auch diese Farbstoffe zu erhalten. Man könnte es z. B. mit der Oxalsäure oder auch mit salpetersaurem oder essigsaurem Kalium probieren.

Aus den Versuchen Haldys geht ferner hervor, daß nicht nur die Arten einer Gattung dem Formalingemisch gegenüber sich verschieden verhalten, sondern auch ein und dieselbe Art je nach dem Grade der Reife ihrer Früchte. Die meisten halten sich im völlig ausgereiften Zustande am besten, einige aber, wie *Viburnum Opulus* und *Juglans regia*, wenn sie unreif eingelegt werden. Zur Vermeidung von Schimmelbildung ist vollständiger Luftabschluß nötig oder der Zusatz von einigen Tropfen einer Kupfervitriollösung. Nur darf die letztere nicht 1 : 100 übersteigen, weil sonst die Konservierungsflüssigkeit sich trübt.

Als Gläser für die Sammlung können Zylindergläser, sog. Präparatengläser mit Fuß und eingeschliffenem Glasstopfen, oder solche mit oberem breitem, plangeschliffenem Rande, auf den eine Glasscheibe durch Selenkaschen Gläserkitt aufgekittet wird, oder auch gewöhnliche Konservengläser mit aufgeschraubten Blechdeckeln benutzt werden. Die ersteren sind zwar schöner, in ihrer Handhabung auch bequemer, aber sie sind teuer. Die letzteren eignen sich ganz gut, wenn sie aus reinem, weißem, blasenfreiem Glase bestehen. Das ist nach Haldy bei jenen der Fall, die im Blechdeckel eine eingestanzte Biene haben. Damit bei ihrer Anwendung die Flüssigkeit nicht verdunstet, ist es nötig, die Gläser zunächst mit einem Korkstopfen zu verschließen, auf diesen, des luftdichten Verschlusses wegen, eine Paraffindecke zu gießen und dann erst den Blechdeckel aufzuschrauben.

Für die fleischigen Hutpilze mit ihrem wasserreichen Fruchtkörper und den meist schön gefärbten Hüten kann, wie schon erwähnt, auch nur die nasse Konservierung in Frage kommen. Die Form der Pilze zu erhalten ist kein Kunststück. Dazu genügt Alkohol. Und der ist für diesen Zweck auch schon lange in Anwendung. Die sehr unbeständigen Pilzfarbstoffe aber zu konservieren, bietet die größten Schwierigkeiten. Auch hier hat sich das Formalin noch am besten bewährt. Die Versuche, die E. Herrmann mit diesem Einschlußmittel in der üblichen Konzentration anstellte und in der Pharmazeutischen Zentralhalle, 53. Jahrg., 1912, S. 1381, veröffentlichte, hatten die folgenden Resultate: „Eselsohr (*Otidea onotica*) verlor die gelbe Farbe nur wenig; der Pilz blieb trotzdem bei lebhafter Färbung. Dasselbe war bei dem Orangen-Becherling *(Peziza aurantia)*, Kastanienbraunen Becherling *(Peziza badia)*, bei der Krausen Kraterelle *(Craterellus crispus)*, bei der Krausen Glucke *(Sparassis ramosa)*, dem Judasohr *(Auricularia Auricula Judae)*, bei dem Klebrigen Kappenpilz *(Leotia lubrica)*, bei der Herbstlorchel *(Helvella crispa)* und der Grubenlorchel (*Helvella lacunosa)* der Fall. Am besten erhielt sich der Austerseitling *(Pleurotus ostreatus)*. Die Flüssigkeit blieb vollständig klar. Dasselbe war auch bei dem Langstieligen Becherling *(Peziza macropus)* der Fall." Es sind also recht verschieden gefärbte Pilze, deren Farbstoff in einfacher Formalinlösung ausdauert. Ob auch hier ein Zusatz von arseniger Säure die Erhaltung des Farbstoffes begünstigt, müssen erst weitere Versuche, die sehr erwünscht wären, lehren.

Eine andere Methode, Form und Farbe der Pilze zu erhalten, ist mit gutem Erfolg von Professor Tschirch ausgeprobt worden. Tschirch legt die Pilze zunächst in Alkohol, dem etwas Schwefelsäure zugesetzt ist, um alle Keime zu töten. Dann werden sie an der Luft getrocknet und in Vaselinöl (sog. flüssiges Paraffin), dem 5% Phenol zugesetzt sind, aufbewahrt. Die so behandelten Pilze sollen sich in Form und Farbe ganz wunderbar halten. Bei den Arten, deren Färbung der Alkohol auszieht, muß man sich begnügen, sie den Dämpfen desselben auszusetzen. Der rote Farbstoff geht aber auch bei diesem Verfahren meist verloren.[1])

1) Nach Abschluß dieser Arbeit hat C. Engelke im 4. u. 5. Jahresber. des Niedersächs. bot. Ver. in

Als Konservierungsflüssigkeit für **Algen** werden verschiedene empfohlen. Es kommt da vor allem auf den Zweck an, den man mit der Aufbewahrung verfolgt. Will man z. B. Zellkerne oder Kernteilungsfiguren an dem aufbewahrten Material studieren, so muß zum Konservieren eine Flüssigkeit benutzt werden, die das Protoplasma rasch und gut härtet. Dazu eignen sich noch immer Alkohol, Sublimat, oder besonderes Sublimatalkohol am besten. Sollen dagegen die Algen nur für Bestimmungen und systematische Feststellungen dienen, so genügt das Aufbewahren in ½—1%iger Lösung von Formalin, Chromalaun oder Pikrinsäure. Vorteilhaft ist es, jeder dieser Lösung einige Tropfen Glyzerin zuzusetzen, damit, wenn bei schadhaftem Kork ein Verdunsten stattfindet, das völlige Eintrocknen vermieden wird. Für die Pikrinsäurelösung empfehlen Schröter und Kirchner (Vegetation des Bodensees 1896) außerdem noch einen geringen Zusatz von Thymol nach folgendem Rezept: Acid. picr. 3,0, Aqua dest. 600, Glycer. 100, Thymol. 0,7.

Hannover, 1913, S. XII Untersuchungen über das Konservieren von fleischigen Pilzen veröffentlicht. Er empfiehlt als Konservierungsflüssigkeit: 30 g Borsäure, 50 g Alaun, 500 g Wasser, 250 g 95%igen Äthylalkohol und 250 g Glyzerin. In dieser Flüssigkeit haben sich die Pilze 30 Jahre lang in Form und Farbe unverändert erhalten. Nur die *Boletus*-Arten färben sich dauernd nach. Für diese, sowie die größeren Agarizineen ist nach Engelke der Billigkeit wegen eine 6—8%ige Formalinlösung, oder eine 1%ige Sublimatlösung, oder auch 30%iger Alkohol unter Zusatz von 5% Glyzerin vorzuziehen.

Konservieren und Aufstellen der Tiere.

Von Prof. Dr. **Benno Wandolleck**, Dresden.

I. Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Es wird wohl einleuchtend sein, daß ein Kapitel über Präparation, das sich einem Buche wie diesem einordnet, keinen Leitfaden für angehende Präparatoren geben kann. Alles, was besonders geschulte Kräfte, was längeres, praktisches Lernen erfordert, soll in diesem Artikel nicht so behandelt werden, daß der Leser glauben könnte, er brauche zum Erlernen der Technik nur die Lektüre dieser Arbeit. Es würde der Leser sonst nur dazu verführt werden, sich an Arbeiten zu wagen, die im „Nebenberuf" schlechterdings nicht ausführbar sind, die dem Versuchenden nur Zeit und Geld kosten und ihm nur Verdruß, sowie Ärger auf diese Arbeit eintragen würden. Nur was jeder naturwissenschaftlich Gebildete ohne besondere künstlerische Begabung ausführen kann, soll hier abgehandelt werden. Allerdings wird man auch den Gang des Stopfens eines größeren Säugers hier finden, aber ich meine, daß das nötig ist, um auch dem nichtausübenden Leser das richtige Verständnis und die Möglichkeit der gründlichen Beurteilung einer solchen Arbeit beizubringen.

In einer ganz kurzen Zeitspanne haben sich, was Präparation, Konservierung und Aufstellung zoologischer Objekte betrifft, die Anschauungen von Grund auf geändert. Das wird einen jeden ein Blick in die Schausammlung eines zoologischen Museums lehren. Überall steht da noch das Alte neben dem Neuen und illustriert damit sehr deutlich den gewaltigen Schritt nach vorwärts, der in der letzten Zeit gemacht worden ist. Früher konnte jeder ein Präparator sein, einige handwerksmäßige Kenntnisse, und der Karikaturenmacher war fertig.

Die gesamte Technik ist für den Ausführenden teils schwerer, teils aber auch leichter geworden. Es sind Konservierungsmittel zur Einführung gelangt, die die Arbeiten bedeutend verbilligen und erleichtern und dabei hervorragend gute Erfolge zeitigen. Dann sind Techniken und Methoden in Aufnahme gekommen, die es ausschließen, daß jedermann sie sich aneignet, und die verlangen, daß die Ausübung nur wenigen besonders begabten Personen vorbehalten bleibt.

Die Präparation, d. h. das Ausstopfen ist zum großen Teil, was sie immer hätte sein können und was sie aber nie war, eine Kunst geworden.

Bei uns in Deutschland heftet sich dieser Umschwung zum Besseren in erster Linie an den Namen Kerz, den Präparator des Stuttgarter Museums. Seine Produkte zeigten zuerst, daß auch ausgestopfte Tiere den lebenden ähnlich sein können, daß man bis dahin blind gewesen und die lächerlichsten Karikaturen für Abbilder des Lebens genommen, ja sogar bewundert hatte.

Wie auf dem Gebiete des Ausstopfens jener Mann vorbildlich wurde, so wurde es die Zoologische Station in Neapel auf dem Gebiete der Präparation solcher Tiere, die in Flüssigkeiten aufbewahrt werden müssen. Mit der Aufnahme dieser Präparate in die Samm-

Als Konservierungsflüssigkeit für Algen werden verschiedene empfohlen. Es kommt da vor allem auf den Zweck an, den man mit der Aufbewahrung verfolgt. Will man z. B. Zellkerne oder Kernteilungsfiguren an dem aufbewahrten Material studieren, so muß zum Konservieren eine Flüssigkeit benutzt werden, die das Protoplasma rasch und gut härtet. Dazu eignen sich noch immer Alkohol, Sublimat, oder besonderes Sublimatalkohol am besten. Sollen dagegen die Algen nur für Bestimmungen und systematische Feststellungen dienen, so genügt das Aufbewahren in ½—1%iger Lösung von Formalin, Chromalaun oder Pikrinsäure. Vorteilhaft ist es, jeder dieser Lösung einige Tropfen Glyzerin zuzusetzen, damit, wenn bei schadhaftem Kork ein Verdunsten stattfindet, das völlige Eintrocknen vermieden wird. Für die Pikrinsäurelösung empfehlen Schröter und Kirchner (Vegetation des Bodensees 1896) außerdem noch einen geringen Zusatz von Thymol nach folgendem Rezept: Acid. picr. 3,0, Aqua dest. 600, Glycer. 100, Thymol. 0,7.

Hannover, 1913, S. XII Untersuchungen über das Konservieren von fleischigen Pilzen veröffentlicht. Er empfiehlt als Konservierungsflüssigkeit: 30 g Borsäure, 50 g Alaun, 500 g Wasser, 250 g 95%igen Äthylalkohol und 250 g Glyzerin. In dieser Flüssigkeit haben sich die Pilze 30 Jahre lang in Form und Farbe unverändert erhalten. Nur die *Boletus*-Arten färben sich dauernd nach. Für diese, sowie die größeren Agarizineen ist nach Engelke der Billigkeit wegen eine 6—8%ige Formalinlösung, oder eine 1%ige Sublimatlösung, oder auch 30%iger Alkohol unter Zusatz von 5% Glyzerin vorzuziehen.

Konservieren und Aufstellen der Tiere.

Von Prof. Dr. **Benno Wandolleck**, Dresden.

I. Allgemeiner Teil.

Einleitung.

Es wird wohl einleuchtend sein, daß ein Kapitel über Präparation, das sich einem Buche wie diesem einordnet, keinen Leitfaden für angehende Präparatoren geben kann. Alles, was besonders geschulte Kräfte, was längeres, praktisches Lernen erfordert, soll in diesem Artikel nicht so behandelt werden, daß der Leser glauben könnte, er brauche zum Erlernen der Technik nur die Lektüre dieser Arbeit. Es würde der Leser sonst nur dazu verführt werden, sich an Arbeiten zu wagen, die im „Nebenberuf" schlechterdings nicht ausführbar sind, die dem Versuchenden nur Zeit und Geld kosten und ihm nur Verdruß, sowie Ärger auf diese Arbeit eintragen würden. Nur was jeder naturwissenschaftlich Gebildete ohne besondere künstlerische Begabung ausführen kann, soll hier abgehandelt werden. Allerdings wird man auch den Gang des Stopfens eines größeren Säugers hier finden, aber ich meine, daß das nötig ist, um auch dem nichtausübenden Leser das richtige Verständnis und die Möglichkeit der gründlichen Beurteilung einer solchen Arbeit beizubringen.

In einer ganz kurzen Zeitspanne haben sich, was Präparation, Konservierung und Aufstellung zoologischer Objekte betrifft, die Anschauungen von Grund auf geändert. Das wird einen jeden ein Blick in die Schausammlung eines zoologischen Museums lehren. Überall steht da noch das Alte neben dem Neuen und illustriert damit sehr deutlich den gewaltigen Schritt nach vorwärts, der in der letzten Zeit gemacht worden ist. Früher konnte jeder ein Präparator sein, einige handwerksmäßige Kenntnisse, und der Karikaturenmacher war fertig.

Die gesamte Technik ist für den Ausführenden teils schwerer, teils aber auch leichter geworden. Es sind Konservierungsmittel zur Einführung gelangt, die die Arbeiten bedeutend verbilligen und erleichtern und dabei hervorragend gute Erfolge zeitigen. Dann sind Techniken und Methoden in Aufnahme gekommen, die es ausschließen, daß jedermann sie sich aneignet, und die verlangen, daß die Ausübung nur wenigen besonders begabten Personen vorbehalten bleibt.

Die Präparation, d. h. das Ausstopfen ist zum großen Teil, was sie immer hätte sein können und was sie aber nie war, eine Kunst geworden.

Bei uns in Deutschland heftet sich dieser Umschwung zum Besseren in erster Linie an den Namen Kerz, den Präparator des Stuttgarter Museums. Seine Produkte zeigten zuerst, daß auch ausgestopfte Tiere den lebenden ähnlich sein können, daß man bis dahin blind gewesen und die lächerlichsten Karikaturen für Abbilder des Lebens genommen, ja sogar bewundert hatte.

Wie auf dem Gebiete des Ausstopfens jener Mann vorbildlich wurde, so wurde es die Zoologische Station in Neapel auf dem Gebiete der Präparation solcher Tiere, die in Flüssigkeiten aufbewahrt werden müssen. Mit der Aufnahme dieser Präparate in die Samm-

lungen der Museen und Institute war wie bei den gestopften Tieren die Zeit der Zerrbilder, die der in gelber Flüssigkeit schwimmenden Würstchen und Klümpchen vorüber. Freilich wurden die Methoden Neapels nicht Gemeingut, die Präparate mußten von der Station erworben werden, aber sie gaben doch einen gewaltigen Anstoß dazu, auch selbst Präparate mit den Mitteln, die überall zu Gebote standen, besser herzustellen als früher. Sie erzogen zur Kunst, um dieses moderne Schlagwort zu gebrauchen.

Konservierungsflüssigkeiten.

Mit der Einführung des Formalins in die Konservierungstechnik war nun auch jedem das Mittel in die Hand gegeben, viele, sehr viele Objekte in vorzüglicher Weise zu konservieren und vor allen Dingen auch in jeder gewünschten Lage zu fixieren. Hatten die Neapler Präparate neben dem schönen und natürlichen Aussehen noch die unschätzbare Eigenschaft der Erhaltung der mikroskopischen Struktur, eine Eigenschaft, auf die man bei Sammlungspräparaten stets resigniert verzichtet hatte, so war auch hierin das Formalin dem altehrwürdigen Alkohol bedeutend überlegen. In den weitaus meisten Fällen erhält es sogar für ziemlich weitgehende Ansprüche die mikroskopische Struktur.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich nun noch gleich ein Problem berühren, das die Naturforscher schon immer beschäftigt, das vieles Nachdenken und viele Arbeit gekostet und über das so viel schon geschrieben wurde, ich meine die Erhaltung der Farben bei konservierten Tieren. Was sind nicht alles für Mittel und verschiedenartigste Kombinationen von solchen versucht worden! Mit der Einführung des Formalins glaubte man auch in diesem Mittel den alten Wunsch erfüllt; frische, mit Formalin bereits durchgehärtete Objekte zeigen noch Farben, besonders beim Vergleich mit solchen gleicher Art, die mit Alkohol konserviert wurden. Gewöhnt, die Farben absolut verschwinden oder in den konservierenden Alkohol wandern zu sehen, war man schon ganz entzückt bei der Formalinbehandlung wirklich noch Farben erhalten zu sehen. Wie früher, so übersah man auch hier, daß man bei der Farbenerhaltung einem Ideal nachjagte, das nicht zu verwirklichen war. Die Farbe eines Tieres ist der Ausfluß seines Lebens, unaufhörlich muß sie ersetzt werden, denn unaufhörlich wird sie auch zersetzt. Die Zersetzung geschieht hauptsächlich durch die Außenwelt. Deren Tätigkeit wird durch den Tod des Tieres nicht unterbrochen, wohl aber der Nachschub, das Ersetzen der Farbe. Licht und Luft oder Licht und Konservierungsflüssigkeit arbeiten unaufhörlich an der Zerstörung der Farben, sind doch nur wenige Mineralfarben wirklich lichtbeständig. Das Formalin erhält, wie ich schon sagte, eine Zeit über die natürlichen Farben, wenn auch keineswegs absolut; werden nun solche Präparate in vollkommener Dunkelheit gehalten, so wird man auch nach Jahren die Farben erkennen können. Das Halten in Dunkelheit ist aber nicht der Zweck, den man verfolgt bei der Anlage von Schausammlungen, und daher muß man das Verblassen mit in Kauf nehmen oder zu dem jetzt viel verwendeten Hilfsmittel greifen, die Farben gleich nach der Fixierung künstlich zu ersetzen.

Eine andere Forderung ist noch die der beweglichen Präparate. Spiritus und Formalin machen die Objekte stocksteif, und besonders den mit dem letzteren Mittel behandelten Präparaten ist nie mehr eine Weichheit oder Biegsamkeit zu verleihen.

Lange Jahre erfreute sich die Wickersheimersche Flüssigkeit eines geradezu märchenhaften Rufes. Die damit behandelten Präparate konnten bewegt werden, Lungen z. B. konnte man mittels eines Gebläses aufblasen usw. Aber die Präparate waren mißfarbig, durch das im Mittel enthaltene Glyzerin schmierig und vor allen Dingen nicht haltbar. Man wird daher wohl noch kaum irgendwo Wickersheimersche Präparate antreffen. Anatomische und

pathologische Institute sind wohl jetzt überall zu einer Methode übergegangen, die zuerst von Melnikow-Raswedenkow angegeben wurde und die sehr verschiedene Kombinationen zuläßt. Eine Kombination stammt auch von Kaiserling, und daher hört man meistens von der Kaiserlingschen Flüssigkeit reden. Ich gebe hier die Methode, wie sie Kitt in seinem Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haustiere angibt.

Das Prinzip der Methode ist, daß durch Formalinlösung das Hämoglobin in Methämoglobin (braunes saures Hämatin) sich verwandelt. Die Organe werden darin braun. In Alkohol ändert sich dies wieder, indem durch Oxydation ein Pigment daraus wird, das der Farbe des Hämoglobins wieder ähnlich ist (alkalisches Hämatin), wodurch das Organ wieder rot wird. Glyzerin mit essigsaurem Salz konserviert dieses Pigment und gibt dem Objekt seine natürliche Transparenz. Etwaige Schimmelbildung kann man durch Einwerfen von Thymolstückchen in die Glyzerinlösung verhindern.

Die verschiedenen Kombinationen streben nun noch danach, auch andere Farbstoffe zu erhalten. Immer muß man sich aber vorhalten, daß das Licht die Farben mit der Zeit sicher zerstört. Es ist auch hervorzuheben, daß in erster Linie diese Methode für anatomische und pathologische Präparate Verwendung finden soll.

Die einfachste, für die meisten Präparate geeignete Prozedur ist von Pick angegeben.

Man legt die frischen Präparate von der Größe einer Hand auf 1—4 Tage zur Fixierung in eine Lösung von **Aqua dest.** 8000 g, Formalin (40%) 800 g, **Natr. sulfur.** 80 g **Magnesia sulf.** 80 g, **Natr. chlor.** 160 g; oder **Aqua dest.** 1000 g, Formalin 50 g, **Sal. carol. factit.** 50 g.

Größere Objekte soll man auch injizieren, aber nicht prall, damit das Blut nicht herausgespült wird. Ist das Präparat sehr weich und hat Neigung zusammenzufallen, so wickelt man es in Watte ein, auf die man die Flüssigkeit gießt. Dann wird das Präparat zur Wiederherstellung der Farbe in 80—85%igen Alkohol gebracht; kleine Stücke nicht länger als 6—10 Stunden, größere 12—48 Stunden.

Aus dem Alkohol wird das Präparat in die konservierende Flüssigkeit übertragen, die besteht aus: **Glycerin. pur.** 2000 g, 95°igem Alkohol 1700 g, **Aqua dest.** 4940 g, oder unter Fortlassung des Alkohols **Glycerin. pur.** 5400 g, **Aqua dest.** 9000 g, **Natr. acetic.** 2700 g. Zuerst wird das Salz im Wasser gelöst und dann das Glyzerin zugesetzt. Die Lösungen können wiederholt gebraucht werden.

Die Präparatengläser und deren Verschluß.

Auch bei der Aufstellung der in Flüssigkeit liegenden Präparate soll der gute Geschmack mitsprechen. Früher benutzte man durchweg zur Aufstellung dieser Objekte Zylindergläser. Auf was für wunderliche Ideen ist man doch gekommen, um die Präparate daran zu verhindern, daß sie auf den Boden sackten und dort zu unförmlichen Klumpen wurden: Glasschwimmer, -ringe, -stäbchen wurden verwendet, zuletzt kam man endlich darauf, Glasplatten in die Gläser zu setzen, und die Objekte auf ihnen zu befestigen. Selbstverständlich verlor man dadurch mindestens ein Viertel des Rauminhaltes des Glases, meistens aber die Hälfte, da die Glasscheibe am festesten im Glase stand, wenn sie die Breite des Durchmessers des Glases hatte. So war also wenigstens die Klippe der Aufstellung im Glase und der Fixierung des Objektes in der gewünschten Lage einigermaßen umschifft, es blieb aber der den Zylindergläsern unbedingt anhaftende große Fehler der Verzerrung, wozu auch noch bei größeren Zylindern die recht geringe Standfestigkeit kam. Das konnte nur anders werden durch eine andere Form des Glases. In allen Museen und Sammlungen, wo man überhaupt auf diese



Abb. 130. Präparat aufgenäht auf Glasscheibe, aufgestellt in viereckigem Glase.

Dinge, nämlich vorteilhafte Aufmachung Wert legt, ist man jetzt endgültig zur viereckigen Form des Präparatenglases übergegangen. Es hat eine größere Standfestigkeit als das runde Glas, sein Raumgehalt ist vollkommen ausnutzbar, da die die Präparate tragende Scheibe direkt an die hintere Wand gesetzt werden kann. Es verzerrt nicht das Bild des Präparates, und wählt man Gläser, deren vordere Fläche plan geschliffen ist — was ich unter allen Umständen und allein empfehle — so erhält man absolut tadellose Ansichten des Präparates. Dann lassen sich die viereckigen Gläser auch bequemer verschließen als die runden. Das bringt mich darauf, auch über die Verschlüsse der Gläser das Notwendigste zu sagen. In alten Sammlungen wird man noch oft runde Gläser mit eingeriebenem Glasstopfen finden. Es ist ja keine Frage, daß diese Verschlüsse den Vorzug großer Einfachheit wenigstens für den Präparator besitzen, und daß man wenigstens theoretisch jeden Augenblick ohne Vorbereitung und Apparate das Glas öffnen und wieder schließen kann. Ich sagte eben schon theoretisch, denn es weiß wohl jeder, der mit Sammlungsgläsern, die durch Glasstopfen verschlossen sind, gearbeitet, daß das Öffnen meist nur unter den größten Schwierigkeiten zu bewerkstelligen ist, wenn es überhaupt ohne Zertrümmerung des Glases gelingt. Dann kommt noch dazu, daß solche Gläser sehr teuer sind und dabei doch so gut wie nie tadellos schließen. Es ist daher im allgemeinen von ihrer Verwendung abzuraten, sie sind nur gut zur Aufbewahrung von Verbrauchsmaterial, dessen Behälter häufig geöffnet werden. Man hat dann ausgesuchte Gläser zu verwenden, und es ist vorteilhaft, vor dem Schließen die Reibeflächen sauber abzutrocknen und fein mit Vaseline einzufetten. Für Schausammlungsgläser ist die einzig zu empfehlende Art des Verschlusses das Aufkitten von Glasdeckeln. Oberer Rand des Glases und unterer des Deckels sind aufgeschliffen, d. h. fein plan geraubt und werden mit einem Kitt luftdicht aufeinandergekittet. Das klingt sehr einfach und ist es auch, wenn man einen guten Kitt hat. Es sind sehr viele Mischungen versucht worden, gehalten haben sich aber in der Praxis und werden in ausgedehnter Weise verwendet nur der Wiener Kitt und der Guttaperchakitt. Der Wiener Kitt wird oder wurde, wie schon sein Name besagt, hauptsächlich im Wiener Hofmuseum verwendet, er ist von Steinbachner eingeführt worden und soll sich ganz vorzüglich bewähren. Es muß aber wohl eine ganz besondere Sorgfalt nicht nur bei seiner Herstellung, sondern auch bei seiner Anwendung beobachtet werden, denn ehemals in Dresden ausgeführte Versuche ergaben wohl eine sehr gute Abschließung, jedoch eine rechte Empfindlichkeit, er hielt schlecht Bewegungen der Gläser, wie sie bei Umräumungen doch unwillkürlich vorkommen, aus und natürlich am wenigsten ein Stürzen. Im Wiener Museum sollen jedoch die damit verschlossenen Gläser auch das ohne Schaden aushalten. Der Kitt wird auf die Glasränder warm aufgetragen und besteht aus folgender Mischung:

weißes Wachs 210 g
Schweinefett 70 g.

Es wird dem Wiener Kitt auch vorgeworfen, daß er schmierig bleibe und infolgedessen sich Staubpartikelchen auf den heraussstehenden Rändern festsetzen und ihnen bald ein schmutziges Aussehen geben.

Dieser Umstand hat wohl auch am meisten dazu geführt, daß man zum Guttaperchakitt überging. Besonders am Berliner Museum ist diese Kittart die allein herrschende. Hergestellt wird dieser Kitt wohl an keiner ihn verbrauchenden Anstalt, sondern fertig in Büchsen vom Fabrikanten bezogen. Er besteht aus einer Mischung von Schweinefett und Guttapercha, in nicht immer gleicher Zusammensetzung. Nachdem die Ränder des Glases absolut trocken gewischt worden sind, wird die Kittmasse, die durch Erwärmen im Wasserbade halbflüssig geworden, gleichmäßig mit einem erwärmten Spatel dick aufgetragen und nun die sehr gut gesäuberten, erhitzten Glasdeckel aufgelegt und durch angemessene Gewichte aufgepreßt. Man läßt die natürlich nicht zu schweren Gewichte so lange liegen, bis die Masse kalt geworden. Es ist bei dem Auflegen des Deckels besonders darauf zu sehen, daß keinerlei, wenn auch noch so feine Luftbrücken zwischen dem Innern des Glases und der Außenwelt erhalten bleiben, sondern daß der Kitt überall gleichmäßig anliegt. Durch das Andrücken des Deckels wird es verursacht, daß naturgemäß ein Teil des Kittes nach außen quillt. Es wäre falsch, wenn man, wie in einer Technologie zu lesen ist, diese Masse durch Wegschneiden entfernen würde. Man erhält davon an dieser Stelle so viel, daß man, indem man sie verstreicht, ein Band von Kitt hervorbringt, das den Rand des Deckels und den des Glases verbindet. Die Masse würde dann im Schnitt gewissermassen ein doppeltes T bilden, da ja auch etwas nach innen ausquillt. Gerade diesen äußeren Teil der Kittmasse kann man als die Hauptsache bei einem sicheren Verschluß bezeichnen, ja sie soll sogar, wenn möglich, noch etwas auf die obere Fläche des Deckels hinübergreifen.

Ich habe den Einschluß mit diesem Mittel besonders ausführlich beschrieben, da ja auch die andern warm aufzutragenden Mittel, der Wiener Kitt und eine noch zu nennende Masse, ebenso behandelt werden. Die Guttaperchamasse kommt als schwarze und gelbe in den Handel, die Behandlung und Wirkung ist die gleiche. Am Zoologischen Museum Berlin bestand oder besteht noch die Sitte, nach Verschluß mit Guttapercha den Rand und den Deckel des Glases mit einer Ölfarbe dick zu überziehen. Es ist sicher, daß dieser Anstrich mit zur besseren Abdichtung beiträgt, wenn er dort auch vielleicht nicht auf diesen Grund zurückzuführen ist.

Unbedingte Sicherheit bieten alle diese Verschlüsse überhaupt nicht. Alle in Flüssigkeit aufbewahrten Präparate verlangen eine ständige Kontrolle, und es ist sofort für Neueinschluß zu sorgen, wenn man merkt, daß sich der Flüssigkeitsspiegel zu senken beginnt, was auf Durchlässigkeit der Kittung schließen läßt.

Ist der Guttaperchakitt fest geworden, so können die Gläser geschwenkt werden (was ja natürlich niemand tun wird), er hält verläßlich fest. Daher hat er ja natürlich auch die vielfach als Übelstand empfundene Eigenschaft, eine Öffnung schwierig zu gestalten. Dazu müssen die Gläser mit den Deckelenden in warmes Wasser gehalten werden. Es wird der Kitt dann weich und erlaubt nun das Zwischenführen einer Messerklinge zwischen Gefäßrand und Deckel und Abheben des Deckels, ohne daß dieser Schaden leidet. Diese Erwärmung muß sehr vorsichtig vorgenommen werden und erfordert einige Übung. Hat man nicht genügend erwärmt, so bricht unweigerlich beim Einführen der Messerklinge der Deckel, und erwärmt man zu sehr, so drückt der Inhalt des Glases den Deckel plötzlich auf, und Präparat und Konservierungsflüssigkeit stürzen in das Wärmwasser. Die andern Kittmittel zeigen diesen Übelstand nicht,

es genügt da ein in heißes Wasser getauchtes Tuch, das man kurze Zeit um Rand des Gefäßes und Deckel legt, um diesen dann leicht abheben zu können. Auch das Umfahren des Randes mit der Flamme eines Bunsenbrenners gibt denselben Erfolg, bei einem harten Kittmittel ist dies Verfahren sogar vorzuziehen, natürlich bei spirituosem Inhalt mit der nötigen Vorsicht.

Das einmal gebrauchte Guttaperchamaterial ist verloren, wogegen die anderen Kitte wieder mit eingeschmolzen werden können. Jene immerhin als Übelstände zu bezeichnenden Eigenschaften des Guttaperchakittes ließen nun nach anderen Mitteln, suchen und ein solches fand sich in einer Mischung, die am Pathologischen Institut der Dresdener Tierärztlichen Hochschule seit Jahren im Gebrauch ist und sich dort trefflich bewährt hat, sie besteht aus einer Mischung von Bienenwachs, Harz und Schweinefett. Leider hält aber der „Erfinder“ dieser Mischung aus geschäftlichen Gründen die genaue Zusammensetzung geheim, versendet die Masse aber an jedermann gebrauchsfertig. Je nachdem man die Mengen der Bestandteile ändert, erhält man einen weichen oder einen härteren Kitt. An dem Dresdener Museum, wo dieser Kitt jetzt auch endgültig den Guttaperchakitt verdrängt hat, wird eine weiche Mischung (mehr Schweinefett, weniger Harz) bevorzugt, wer aber kein Freund des Ausprobierens ist — jene Mischung ist auch nur empirisch gewonnen worden —, der wende sich an jene Adresse, er wird einen Kitt erhalten, der sich ganz besonders für solche Gläser eignet, die im Vortrage von Hand zu Hand gehen. Die weichere Mischung hat den Nachteil, daß sie etwas schmierig bleibt, wie der Wiener Kitt, sie ist aber zäher und hält fester und zeichnet sich auch durch Billigkeit und Ergiebigkeit aus.

Bei der Empfehlung der viereckigen Gläser kam ich schon auf die Befestigung des Präparates zu sprechen, und zwar auf seine Befestigung auf einer Glasplatte, die man in das Präparatenglas stellt.

Mit der Befestigungsart des Präparates auf dieser Platte hat man sich lange abgequält. Gelatine und allerlei Lacke und Kitte sind versucht worden, sie konnten aber nur befriedigen bei kleinen, ganz leichten Objekten, schwerere fielen totsicher in kurzer Zeit von der doch ziemlich senkrecht stehenden Platte herunter. Dieser Umstand führte dazu, von Klebemitteln überhaupt ganz abzusehen und die Präparate auf die Halteplatte aufzubinden. Bei dieser Methode spielte neben dem Seidenfaden das weiße Pferdehaar eine große Rolle. Abgesehen davon, daß die Fäden, deren man bei größeren Präparaten eine ganze Anzahl gebrauchte, in die Vorderseite des Präparates einschnitten, oder sich tief eindrückten, war es doch schwer, dem Präparat durch dieses Verfahren eine gute Lage zu geben. Dann aber, und das war der Hauptfehler der Methode, rieben sich die Fäden sehr bald an den Rändern der Glasplatte durch, was das Auseinanderfallen des Präparates zur Folge hatte. Auch das Einkerben der Ränder der Trägerplatte an den Stellen, wo die Fäden herumgelegt wurden, zeitigte keinen besseren Erfolg. Darum ist man jetzt allgemein dazu übergegangen, die Objekte auf die Glasplatte aufzunähen. Nachdem man sich genau angemerkt, wie das Präparat auf der Glasplatte liegen wird, werden dort je nach der Größe des Präparates zwei oder mehrere L ö c h e r p a a r e durch das Glas gebohrt. Mit einer Heftnadel wird nun an den mit den Löchern korrespondierenden Stellen der Hinterseite oder der der Schauseite abgewendeten Seite des Tieres oder Präparates ein Faden stärkeren Heftzwirns durch den Körper genäht, die Enden durch die Löcher in der Glasplatte gezogen und auf der Rückseite verknüpft. Der Abstand der Löcher jedes Paares wird sich nach der Dicke des anzuheftenden Tieres, die Tiefe des Einstiches in seinen Körper nach seiner Schwere richten, Bedingung ist natürlich, daß von vorn oder vielmehr von der Schauseite nichts von den Fäden oder Löchern zu sehen ist. Die Me-

thode ist vorzüglich, einfach und von dauerhaftem Erfolge. Das Bohren der Löcher kann leicht auf einer Drehbank vorgenommen werden und geht nach einiger Übung schnell und sicher von statten. Ein harter Graveurstichel wird in das Futter eingespannt und statt des Körners ein weicher Holzpflock mit planer Vorderfläche eingesteckt. Indem man nun die zu bohrende Platte an diesen Pflock anlegt und mittelst des Handrades beide an den Stichel andrückt, wird bei schneller Umdrehung des Stichels rasch ein Loch gebohrt, als Schmiermittel benutzt man Terpentin. Gerade die Vorbewegung mittelst des Handrades erlaubt dem Bohrenden das Ausüben eines leisen Druckes, da die Hand sofort merkt, wenn der Druck zu stark wird, wodurch unbedingt das Springen der Glasplatte erfolgen würde.

Leider ist aber die Methode des Aufnähens bei kleinen Objekten nicht ausführbar, hier muß man wieder zum Aufkleben seine Zuflucht nehmen. Das Aufkleben ist auch hier gut anwendbar, da kleine Objekte infolge ihres geringen Gewichtes weniger leicht sich ablösen. Gemeinhin macht man es so, daß ein Tropfen des flüssigen Klebemittels auf die Glasplatte gebracht und dann das Objekt in diesen Tropfen hineingelegt wird. Verfährt man aber in der Weise, so kann man allerdings 100 gegen 1 wetten, daß sich der Tropfen nebst dem Objekt, wenn das Glas öfters bewegt wird, sehr bald von der Glasplatte ablöst, mindestens aber als Klebetropfen deutlich mit zur Ansicht kommt. Um beides zu vermeiden, habe ich mir ein anderes Verfahren ausgesonnen. Die tadellos gereinigte Glasplatte wird mit einem dünnen Unterguß von Kautschuk in Benzin versehen. Man führt das aus, genau so wie der Photograph, der eine Kollodiumplatte gießt. Die Platte wird an einer Ecke mit der linken Hand horizontal gehalten, und nun auf die Mitte ein kleines Quantum der Lösung gegossen. Die Flüssigkeit verteilt sich schnell nach allen Seiten, durch geringes Schwenken kann man sie über die ganze Fläche verteilen, der überflüssige Rest wird dann an der der Halteecke gegenüberliegenden Ecke abgegossen. Nach Auftrocknen dieses unsichtbaren hauchdünnen Untergusses wird die Platte mit einer Schicht dicker warmer Gelatinelösung übergossen und kurze Zeit auf ein Nivelliergestell gelegt, damit sich die Gelatinelösung überallhin in gleichmäßiger Dicke verteilt. Man tut am besten, sich die benötigte Menge der Gelatinelösung für jede Glasplattengröße auszuprobieren und sie dann immer mit einer graduierten Pipette auf die Platte zu bringen, denn Überschüssiges abgießen, wie bei dem Unterguß, kann man nicht. Nach kurzer Zeit, wenn die Gelatineschicht nicht mehr leicht flüssig geworden, wohl aber noch stark klebefähig ist, werden die gut ausgewässerten Präparate auf der Rückseite mit Fließpapier abgetrocknet, mit ein paar Tröpfchen von derselben Gelatinelösung, die aber flüssig gehalten wurde, betupft und nun schnell mit dieser Seite an die für sie bestimmte Stelle in die Gelatineschicht gedrückt. Nach wenigen Minuten, in denen die Objekte keine Gefahr laufen auszutrocknen, haften sie fest und ohne Klebstoffhof an der Glasplatte, die nun in eine horizontale Schale mit der später zu benutzenden Konservierungsflüssigkeit, aber möglichst in stärkerer Konzentration, gelegt wird, in der der Aufguß erhärtet bzw. unlöslich wird und die Objekte festhält; infolge des Untergusses klebt der Aufguß auch fest an der Glasplatte. Die Platte kann nun in senkrechter Lage in das Präparatenglas gebracht werden. Wie ich schon sagte, stellt man sie am besten an dessen hintere Wand und schneidet sie so zu, daß sie nicht hin und her klappen kann. Dies Zuschneiden wird aber oft seine Schwierigkeiten haben, man wird sie also in der gewünschten Stellung festlegen müssen. Das macht man gewöhnlich so, daß man kleine viereckige Glasstückchen (Abfälle der Halteschseibe) paarweise innen dicht unter den Rand des Glases kittet (mit jener Gelatine), und zwar korrespondierend an den Schmalseiten des Gefäßes, so daß die Halteplatte zwischen ihnen wie in einem Falz heruntergleiten, aber nicht wackeln kann. Es sind nur zwei Paare nötig, die man in das Glas kittet, wenn es noch ungefüllt und trocken ist.

Ist die zum Kitten benutzte Gelatine fest und hart geworden, so kann man die Platte mit dem Präparat einschieben und das Glas auffüllen. Benutzt man eine Konservierungsflüssigkeit, die nicht Alkohol enthält, so kann man die Kittung der Glasstückchen noch durch einen Anstrich von Schellacklösung mehr sichern, diese Festlagerung der Platte bleibt aber immer ein etwas schwacher Punkt der ganzen Aufstellung.

Anatomische Präparate.

Wo es angängig ist, und besonders wo solche Präparate das Verständnis fördern, soll man anatomische Präparate aufstellen. Die Kenntnis der Herstellung gehört ja zu dem Können eines jeden modernen Zoologen, und es gibt darüber genügende Lehr- und Handbücher. Ich kann daher auch an dieser Stelle gänzlich davon absehen, etwa die Herstellung irgendeines anatomischen Präparates zu beschreiben. Nur an drei Stellen dieses Beitrages habe ich solche Präparate in der Abbildung wiedergegeben als einfache Beispiele, an die vielleicht oft nicht gedacht wird. Diese von mir wiedergegebenen Beispiele sprechen in jeder Sammlung für sich und erfordern nur eine kurze Erklärung, anders wäre es mit Situs-Präparaten, zu ihnen gehört stets auch eine gute, etwas schematisch gehaltene, erklärende Abbildung.

Präparation der Knochen.

In der Präparation der Knochen und ihrer Zusammensetzung zu vollständigen Skeletten hat sich kaum gegen früher eine Änderung vollzogen. Nach wie vor werden die Knochen gesäubert, entfettet, gebleicht und getrocknet. Man sucht allerdings in neuerer Zeit mehr als früher, wo es irgend geht, die natürlichen Verbindungen der einzelnen Knochen, die größeren Bänder zu erhalten. Dann darf man allerdings an die Weiße der Knochen sowie an ihre spätere Beweglichkeit keine größeren Ansprüche stellen; sollen die Knochen einmal zum genaueren Studium oder zum Vergleich einzeln herausgenommen werden, so ist die Erhaltung der Bänder dafür nicht zweckmäßig. Das Säubern der Knochen geschieht am besten in erwärmtem Wasser, dem man, wenn die Skelette nicht frisch, geringe Quanten Natronlauge zusetzen kann. Doch ist dann, besonders wenn es auf Erhaltung der Bänder ankommt, größte Vorsicht nötig. Die Arbeit muß genau überwacht werden, neben dem Gefäß, dessen Wasser mit Lauge versetzt ist, muß stets eine Wanne reines, warmes Wasser stehen, in das man die Skeletteile von Zeit zu Zeit überführt, um den Fortgang der Mazeration zu prüfen und ihn, wenn der gewünschte Grad erreicht ist, sofort unterbrechen zu können. Allein die Lauge oder das heiße Wasser kann die Arbeit nicht besorgen, es muß mechanisch nachgeholfen werden, wozu man Knochenschaber — alte größere Skalpelle leisten dazu vorzügliche Dienste — Messing- und harte Borstenbürsten nötig hat. Nach der Reinigung kommen die Knochen in die Entfettung, als das beste Mittel hat sich dabei das Benzin in Dampfform erwiesen. Im zoologischen Museum Dresden sind für die Knochenentfettung besondere Apparate gebaut worden, die auch infolge der großen Feuergefährlichkeit des Benzins und besonders seiner Dämpfe unbedingt nötig sind. In feste starkwandige, innen verzinkte eiserne Gefäße von viereckiger oder zylindrischer Form, deren über die ganze Weite gehender Deckel durch Schrauben luftdicht verschließbar ist, und die unten einen Hahn zum Ablassen des Benzins und des Fettes haben, wird ein Quantum Benzin gefüllt, und die zu entfettenden Knochen darüber irgendwie aufgehängt oder auf einem über dem Benzin angebrachten Rost ausgebreitet. Der Entfettungskasten ist entweder an seiner unteren Fläche durch Wasserdampf heizbar, oder er steht auf einem Wassergefäß, dessen Inhalt von außen, d. h. von einem Nebenraum aus erhitzbar ist, was dieselbe Wirkung hervorbringt. Der Entfettungskasten wird beschickt, geschlossen und geheizt. Das

Benzin verdampft, und dieser gespannte Dampf reißt das Fett aus den Knochen mit sich. An den oberen kälteren Teilen der Wände, besonders aber am Deckel, der zur möglichsten Vergrößerung der Oberfläche innen mit runden Buckeln oder Zapfen versehen ist und an seiner oberen Fläche durch einen während der ganzen Zeit fließenden Wasserstrom gekühlt wird, schlägt sich der Dampf nieder und fließt mit dem Fett zusammen auf den Boden, um allein den Kreislauf wieder zu beginnen. Um die Kühlung des Deckels mit Wasser aus der Hausleitung leichter zu bewerkstelligen, wird es am besten oben in Schalenform mit rohrförmigem Abfluß gehalten. Auf diese einfache Weise wird das Fett gründlich und restlos aus den Knochen entfernt. Große, stark markhaltende Knochen soll man, um das Eindringen des Dampfes zu erleichtern, an ein paar Stellen mit einem ganz feinen Bohrer anbohren. Die Zeit, die für die Entfettung benötigt wird, richtet sich natürlich nach der Größe und Zahl der zu entfettenden Knochen.

Auf die Entfettung würde nun die Bleiche folgen. Am einfachsten läßt man diese Arbeit von der Luft und der Sonne ausführen. Die Knochen werden am besten auf einem ebenen Dache ausgebreitet und von Zeit zu Zeit angefeuchtet. Die Sache geht langsam vor sich, hat aber dadurch den Vorteil der genauen Überwachung, denn gerade diese Prozedur muß vorsichtig ausgeführt werden, damit die Knochen nicht kalzinieren, dann lösen sich die Knorpelkappen los, und das Skelett ist verdorben. Wem diese Einwirkung der Atmosphärilien zu lange dauert, der kann auch ein jetzt vielfach empfohlenes chemisches Mittel anwenden, das ist das Wasserstoffsuperoxyd. Das Mittel wirkt sehr schnell und muß daher mit der größten Vorsicht angewendet werden, eine Kleinigkeit zu lange, und die oberflächliche Schicht ist kalziniert und zeigt nach dem Trocknen ein kreidiges, mattes Aussehen. Die Knochen sollen ihr glattes, glänzendes Aussehen bewahren. Ohne weiteres kann man die Skelette nun nicht aufstellen, man benötigt dazu ein Gestell aus starkem Eisendraht.

Die Aufstellung eines Skelettes.

Dabei muß man sich überlegen, welche Absicht man mit der Aufstellung eines Skelettes verfolgt, will man nur ein Schaustück haben oder soll das Skelett zum Vergleich oder zu wissenschaftlichen Arbeiten benutzt werden. Im ersteren Falle kann man es beliebig anbohren und so das Gestell vollkommen unsichtbar machen, im letzteren Falle muß das Gestell unabhängig vom Skelett und sichtbar dastehen, und die Skeletteile werden nur durch „Schellen" daran befestigt. Nehmen wir als Beispiel das Skelett eines Säugetieres, etwa einer Ziege, so wird man zuerst auf einem starken Draht oder Eisenstab, dem man die Biegungen gegeben hat, die die Wirbelsäule eines stehenden Tieres aufweist, die Wirbel aufreihen. Vorn muß die Stange so weit herausstehen, daß sie durch das Hinterhauptsloch gesteckt werden und so auch dem Kopf die richtige Lage geben kann. Da das Hinterhauptsloch sehr weit ist und daher der Kopf auf der dünnen Stange schlottern würde, so schließt man es am besten durch einen durchbohrten Kork, in dessen Bohrung der Eisenstab straff einpaßt. Nun werden die Beinknochen der Länge nach durchbohrt und starke Drähte durch die Bohrungen geschoben. Man reiht wie bei den Wirbeln die Knochen einzeln auf und gibt dem Draht nach Aufreihung jedes Knochens eine solche Biegung, daß der nächste Knochen die zum vorigen richtige Lage einnimmt. Schulterblatt und Becken kann man natürlich nicht der Länge nach durchbohren, bei dem ersteren durchbohrt man nur schräg den Kopf, steckt es auch auf und führt hinter ihm den Draht zum „Wirbeldraht" herauf, wobei die Fläche gleich den Draht und seine Befestigung verdeckt. Man kann ihn dort entweder durch Anbinden mit feinem Draht oder durch Verschrauben mittels Mutter befestigen. Da in diesem Falle das Becken mit den Wirbeln fest

verbunden ist, so braucht man den Draht hier nicht durchzuführen, sondern kann ihn im Becken enden lassen. Wegen ihrer geringeren Größe und des engeren Kanals kann man natürlich die Schwanzwirbel nicht auf den Wirbeldraht stecken, sondern muß dazu einen dünneren Draht nehmen, den man dann am Becken befestigt. Besonders hier, wie aber auch bei den anderen Wirbeln und Knochen, kann man sich in ausgedehnter Weise des Leims bedienen, um die Teile in ihrer Lage zu halten. Die vier Beindrähte werden dann durch das Postament geführt und unten durch Schraubenmuttern befestigt.

Einfacher und praktischer, aber wie schon gesagt, weniger für Schaustücke geeignet, ist die andere Methode. Man benötigt auch bei ihr einen „Wirbeldraht", der Kopf und Wirbel, sowie einen Schwanzdraht, der die Schwanzwirbel hält, die auch die nötigen Biegungen erhalten, dann befestigt man aber auf dem Postament zwei starke, senkrechte Stäbe auf der Mittellinie, und zwar so, daß je einer zwischen den Vorder- und einer zwischen den Hinterbeinen zu stehen kommt. Oben sind sie durch einen starken Draht verbunden, der genau die Biegungen erhält wie der Wirbeldraht. Auf ihn wird die fertige Wirbelsäule aufgelegt, woraus sich auch die Länge der senkrechten Stäbe ergibt; an einigen Stellen wird dieser Draht mit der Wirbelsäule mit feinem Draht verbunden. Vorn geht dieser Draht bis unter den Kopf, und hier gehen von ihm paarweise rechtwinklig zwei Drähte aus, die an ihren Enden nach oben gerichtete federnde Klammern tragen, in die der Unterkiefer eingedrückt wird, und die diesen fest, aber leicht abnehmbar in seiner natürlichen Lage halten. Auf den senkrechten Stäben ist beweglich und durch Ring und Schraube an jeder Stelle fixierbar je ein schräges Armpaar angebracht, deren jeder Arm eine Klemme trägt, durch die der Oberarm bzw. der Oberschenkel in der gewünschten, d. h. natürlichen Lage festgehalten wird. Bei größeren Skeletten wird man keine federnde Klemme, sondern eine mit Scharnier und Schließschraube versehene Schelle nehmen, die den Knochen ganz umfaßt und genau für seine Dicke passend gearbeitet ist. So ist nun Kopf, Wirbelsäule, Oberarm und Oberschenkel fest und doch leicht abnehmbar verbunden, und es erübrigt nur noch, die übrigen Knochen der Extremitäten mit jenen zu verbinden. Das geschieht am besten durch kurze, nicht zu starke Zapfen aus Messingdraht. In der Gelenkfläche des einen Knochens wird der Zapfen befestigt und ragt in ein passendes kleines Bohrloch des nächsten Knochens hinein, unten stützen sich die Zehen auf der Fläche des Postaments und bringen mit ihren Drahtzäpfchen in dasselbe hinein und nach oben stützen sie sich mit geringem Druck, der im Verein mit dem Zäpfchen ein Auseinanderfallen verhindert, gegen den nächsten Knochen bis zum befestigten Oberarm oder Oberschenkel. Das Schulterblatt wird einfach auch vermittelst eines solchen Drahtzäpfchens aufgesteckt. Um der Sache ein besseres Aussehen zu geben, wird man die um die Knochen herumgreifenden Klemmen oder Schellen mit einer Farbe anstreichen, die der des Knochens gleicht. Die sichtbaren Drähte und Stäbe wird man, wenn sie nicht direkt dem Skelett aufliegen und so Knochen zum Hintergrund haben, in der Farbe des Hintergrundes halten, sonst würde man ihnen auch die Knochenfarbe geben.

Bei den anderen Wirbeltiergruppen wird man die Methode leicht abändern können, bei den Vögeln wird man, da sie ja nur auf zwei Beinen gehen, nur eine einzige senkrechte Stange nötig haben, die man dann hinter dem Brustbeinkamm schräg heraufführt. Eine beliebte Art der Befestigung des Unterkiefers ist noch die durch feine aus Messingdraht gewickelte Federn, die man ungefähr an der Stelle, wo der Kaumuskel sitzt, anbringt. Der Unterkiefer wird dann eingehakt und die Federn jederseits an Ober- und Unterkiefer durch Schräubchen befestigt. Besser für ein gutes Aussehen ist aber die Befestigung innen.

Ich kann nicht zu dem speziellen Teil übergehen, ohne noch vorher einige Worte über

das unbedingt nötige Beiwerk, die Postamente, die Hintergründe und die Etiketten zu sagen.

Postament, Hintergrund und Etiketten.

Es ist ein großer Irrtum, wenn man glaubt, daß man auf diese Dinge keinen Wert zu legen braucht. Wie zu einem Gemälde unbedingt ein Rahmen gehört und es durch diesen in seiner Wirkung gehoben oder auch erdrückt werden kann, so gehört zum Schaupräparat, sei es nun ein ausgestopftes Tier, ein Skelett oder ein Präparat in Flüssigkeit, auch ein passendes geschmackvolles Postament oder Behältnis. Mit „geschmackvoll" muß sich aber auch in erster Linie „unauffällig" verbinden. Ich werde hierdurch in ein Gebiet geführt, über das im einzelnen recht verschiedene Meinungen in Fachkreisen herrschen. Noch vor gar nicht langer Zeit wurde sehr dafür plädiert, alle in einer Schausammlung aufgestellten Postamente und Hintergründe mit ein und derselben Farbe anzustreichen. Besonders war es Moebius, der diesen Grundsatz überall vertrat und im Berliner Museum ausnahmslos durchführte. Er hatte eine gelbliche Lehmfarbe, die er für die geeignetste ansah und vor allem auch für eine vollkommen neutrale hielt. Man muß diese seine Auffassung als irrtümlich bezeichnen. Eine ganz und überall gleichmäßige Farbe wirkt sehr eintönig, und jene war durchaus nicht so neutral, wollte man überall dieselbe Farbe, so wäre Weiß wirklich vorzuziehen, man sollte aber überhaupt nach einem anderen Grundsatze verfahren und die Farbe der Postamente und Hintergründe nach den Objekten, die man aufstellen will, wählen. Es ist das keine so leichte Sache, aber der Erfolg wird die Mühe, die man beim Ausprobieren aufwendet, schon lohnen, und man wird dann ähnliche harmonische Wirkungen erzielen, wie die Künstler schon lange bei Ausstellungen und in Gemäldegalerien.

Was die Form des Postamentes betrifft, so bin ich für die einfache rechteckige Form ohne jede Verzierung. Die obere Kante kann man durch eine Hohlkehle brechen, das nimmt dem Ganzen die einfache Brettform. Natürlich darf das Postament auch nicht aus einem einzelnen Brett bestehen, das würde sich werfen, und wenn man es dicker hält, zu schwer werden. Man leimt daher einen auf Gehrung gearbeiteten dicken Rahmen unter das Brett, der mit den äußeren Rändern bündig ist. Jetzt erscheint das Postament dicker, ist leichter und kann sich nicht werfen, die große Höhlung an der unteren Seite gibt bequem Raum für die durchgeführten Eisenstäbe und die sie haltenden Muttern. Auch ist der Raum sehr gut zum Aufkleben von Etiketten zu benutzen, die irgendwelche Notizen enthalten, und die man nicht zur Schau stellen will. Man wird sehen, daß es günstig ist, selbst die kleinsten Postamente in der eben geschilderten Weise aufzubauen. Wie ich schon andeutete, werden durch das obere Brett des Postamentes die Beindrähte der ausgestopften Tiere oder der Skelette durchgeführt und auf der oberen und unteren Fläche durch aufgeschraubte Muttern fest in ihrer Lage gehalten.

Einer ganz neuen Richtung will nun diese einfache Aufstellung nicht mehr gefallen, man will z. B. bei einem ausgestopften Säuger nicht mehr die einfache Postamentfläche sehen, man strebt nach einem natürlichen Boden oder einem solchen, der dem natürlichen gleichkommt. Man belegt die Oberfläche des Postamentes mit unregelmäßigen Torfplatten, die dick mit Leim bestrichen und dann mit Sand bestreut werden. Besonders beliebt und auch dann recht passend ist so ein natürlicher Boden, wenn man mehrere Tiere zu Gruppen vereinigen will. Bei Einzeltieren möchte ich aber davon abraten, man wird oft genötigt sein, um den Raum eines Schrankes auszunutzen, die Tiere übereinander zu stellen, da ist dann allein das gestrichene oder polierte Postament am Platze. Ein Postament, gehalten als natürlicher Boden, wäre in einem solchen Falle eine Geschmacklosigkeit, und beim Aufstellen von Sammlungen soll der gute Geschmack mit eine Hauptrolle spielen. Ich bin ein entschiedener Gegner der mit

Abtritt



Abb. 131. Hamsternest. Beispiel eines biologischen Präparates, hergestellt aus Torf.

allerlei landschaftlichem Beiwerk usw. aufgeputzten Gruppen. Diese Mode ist für Museen eigentlich von Amerika gekommen und stellt nichts weiter als das Prinzip des Panoptikums oder des sog. Panoramas dar. Ich habe meine Ansichten über diese ganze Sache niedergelegt im Zool. Anzeiger, Bd. XXX u. XXI, S. 638—653, 516, 517. Auch nachdem Jahre darüber vergangen sind, und trotzdem jene Panoptikumrichtung immer mehr in Aufnahme gekommen ist, habe ich meine Ansichten darüber nicht ändern können. Ich will hier noch einmal kurz meine Gründe gegen jene Richtung entwickeln. Die sehr bewegten Stellungen, die man dabei meist den ausgestellten Tieren gibt, sind äußerst schwer herzustellen, viel schwerer als Ruhestellungen, sehr leicht erhält auch ein guter Präparator ein lächerliches Zerrbild. Die gegen Ruhestellungen stets besonders ins Feld geführte „Langweiligkeit“ trifft viel mehr jene bewegten Stellungen, denn nichts wirkt langweiliger und befriedigt weniger, als jene in heftiger Bewegung erstarrten Momentstellungen. Bäume, Büsche, Gras, das für solche Gruppen doch stets nötige Beiwerk kann, wenn es nicht ganz lächerlich aussehen soll, nicht künstlich hergestellt werden, sondern muß aus der Natur entnommen



Abb. 132.

und wie die Tiere fixiert und konserviert werden, und welche elenden Erfolge, was für triste Stroh- und Heupanoramen man da erhält, das mag an solchen Gruppen selbst studiert werden. Pflanzenteile einigermaßen in geringem Umfange natürlich zu erhalten ist schon schwer genug, da, wo es unbedingt notwendig ist, und das ist bei Vogelnestern und Insektenbiologien. Man wird mir vorhalten, daß ich hier inkonsequent sei, das bin ich



Abb. 134.

aber nicht, ich bin durchaus Freund biologischer Präparate (Abb. 131). Nester ganz allein zeigen nichts, sie geben nur ein halbes Präparat, zu ihnen gehört die engere, sagen wir die engste Umgebung, denn diese bedingt in den meisten Fällen ihre Form und Anlage, und dann gehört unbedingt der sie erbauende Vogel dazu. Ebenso wird man kein kletterndes Säugetier auf ein glattes Postament setzen, man beginge damit einen großen Fehler und würde eine Unwahrheit ausdrücken, die sich auch in der ganzen Haltung des Tieres zeigen würde. Aus demselben Grunde setzt man auch Vögel, die nicht vorwiegend Erdbewohner sind, auf Ästchen oder sog. Krücken (Abb. 132—137).

Die Biologie vieler Insekten ist ein sehr wichtiges Moment in der Kenntnis des Tieres überhaupt, abgesehen von der vielfach großen Wichtigkeit für den Menschen. Solche Dinge soll man mit den dazu gehörigen Tieren vereinigen und zur Schau bringen. Dabei wird man aber vielleicht die Konserierung in Flüssigkeit vorziehen, es werden da-



Abb. 133.



Abb. 135.

bei die Objekte viel mehr geschont als bei der trocknen Aufbewahrung in Luft. Ähnlich ist es mit den jetzt vielfach anzutreffenden Darstellungen kleiner Ausschnitte des Meeresbodens, auch hier wird man schon der natürlicheren Wirkung wegen Flüssigkeitskonservierung vorziehen. Halten sich solche „Panoramen" in ganz bescheidenen Grenzen, so mögen sie noch hingehen, da man mit ihnen dem Landbewohner einen sonst schwer hervorzubringenden Eindruck von der Biologie des Meeresbodens geben kann, wenn er das auch viel besser in den jetzt überall in großen Städten errichteten Seeaquarien erhält.

In allen zoologischen Museen und Kabinetten finden sich auch Eiersammlungen. Über die Herstellung und Konservierung der Sammlungseier, die ja nur die Schalen sind, werde ich bei dem Kapitel „Vögel" berichten, hier möchte ich nur über die Aufstellung und Aufbewahrung etwas sagen. Im zoologischen Museum Dresden ist da eine Art gewählt worden, die sich ausgezeichnet bewährt hat. Gewöhnlich lagert man die sehr leicht zerbrechlichen Eierschalen auf Watte in gewöhnliche Pappkästchen. Das ist weder dauerhaft noch praktisch noch schön. Hier werden die Schalen in Blechkästchen auf Sägespänen gelagert. Die verhältnismäßig hochrandigen Blechkästchen werden in bestimmten, gangbaren Größen von der Blechwarenfabrik Anton Reiche in Dresden bezogen. Sie werden in der Fabrik durch eine Maschine ausgestanzt und zusammengebogen. Sie sind nicht gelötet und können aufgebogen werden, was ihren Preis sehr verbilligt. Die Firma fertigt sie in jeder gewünschten Farbe an, sie sind leicht und sehr dauerhaft. Je nach der Größe der aufzubewahrenden Eier kommt in diese Kästchen eine dicke Schicht vollkommen trockner Sägespäne. Man nimmt dazu am besten Buchenholzspäne, die man aussiebt, so daß man eine Körnung von ungefähr 1 mm erhält. Diese Späne werden nun in der Masse mit einem stark verdünnten, schwarzen Spirituslack gefärbt, zum Trocknen ausgebreitet und dann in die Kästchen gefüllt. So behandelt sind sie nicht hygroskopisch, geben einen schönen, die Eier hervorhebenden Hintergrund und lassen sich völlig gleichmäßig aufschütten. Leicht kann man in ihnen mittelst eines Löffels passende Näpfchen ausheben, in denen die Eier weich und sicher lagern. Glaubt man, daß die Späne vielleicht zu viel Gerbsäure enthalten, so kann man sie vor dem Färben mit heißem Wasser auswaschen.

Zu jedem Tier und jedem Präparat gehört nun noch unbedingt etwas, das dem Beschauer zeigt, was er vor sich hat, das Etikett. Dies kleine Etwas ist von der allergrößten Wichtigkeit, denn das soeben angedeutete ist zwar sein Haupt-, aber damit nicht sein einziger Zweck. Das Etikett soll gewissermaßen eine ganze Geschichte erzählen. Viel Scharfsinn ist angewendet worden, um das Etikett so kompendiös und dabei doch so vielseitig als möglich

zu machen. Es soll enthalten, und darauf hat man sich im allgemeinen jetzt geeinigt, den wissenschaftlichen Namen und den Namen desjenigen, der ihn dem Tiere beilegte, unter Umständen den deutschen Namen, den Namen des Sammlers, die genaue Herkunft und die Nummer des Kataloges. Man teilt es am besten so ein, daß man zuerst die ganze Breite einnehmend den Namen des Tieres mit dem des Autors, darunter rechts die genaue Herkunft, links die Nummer und darunter den Namen des Sammlers anbringt. Man hat die ganze Erde in große Faunengebiete eingeteilt. Um nun dem Beschauer auch ohne genaueres Hinsehen und Lesen der Herkunftsnotiz es möglich zu machen, mit einem Blick die Faunenzugehörigkeit der ausgestellten Tiere zu erkennen, hat man diese Gebiete mit verschiedenen Farben bezeichnet, in denen man die Etiketten hält: Europa weiß, Asien gelb, Australien mit den zu seiner Fauna gehörenden Inseln violett, Afrika blau, Amerika grün. In manchen Sammlungen unterscheidet man noch ein Mittelmeergebiet mit hellblau von dem dunkler blauen afrikanischen Faunengebiet.



Abb. 136.

Eine Krux für alle Sammlungsverwalter war und ist immer noch die Anbringung des Etikettes. Die alte und noch vielfach geübte Manier ist ja, das Etikett einfach auf das Postament oder das Glas zu kleben, eine einfache, aber unschöne und unpraktische Methode. Soll das Etikett gewechselt werden (bei Umbenennungen oder Umnumerierungen), so muß es abgekratzt werden, was zwar nicht das Glas, wohl aber das Postament beschädigt. Gut befestigt, wenn gut geklebt, ist das Etikett ja, aber die andern Übelstände zwangen doch, die Methode zu verlassen. Man druckt — und zum Drucken der Etiketten möchte ich unter allen Umständen raten — die Schrift auf farbigen Karten und befestigt das Etikett mittels eines metallnen Etiketthalters am Postament oder am Glas. Diese Etiketthalter bestehen aus einem dünnen Blechstreifen, dessen Längsränder ganz schmal nach vorn umgebogen sind, so daß ein Falz entsteht, in den man das genau zugeschnittene Etikett einschiebt. Durch Ankneifen der Ecken kann man das Papier so befestigen, daß es von selbst beim Bewegen des Präparates nicht herausfallen kann. Dieser Etiketthalter wird einfach mit zwei kleinen Nägeln auf das Postament genagelt, das eingeschobene Etikett verdeckt die Nagelköpfe. Je nachdem nun das Präparat auf dem Boden des Schrankes oder auf einem Schrankbord steht, wird man den Etiketthalter entweder auf die obere Fläche oder auf den schmalen Seitenrand des Postaments nageln. Aus der Fläche des Halters parallel mit seinen Schmalseiten ist eine Zunge ausgestanzt, die nur am unteren Rand mit dem Halter zusammenhängt und leicht herausgebogen


Abb. 137.

werden kann, so daß sie in jedem gewünschten Winkel von der hinteren Fläche des Bleches absteht. Diese Zunge dient zur Befestigung des Etikettenhalters auf Präparatengläsern. Man biegt sie heraus und zwar so weit, daß der Halter die gewünschte Neigung zur oberen Fläche des Glases hat und klebt dann die Zunge mittels eines kleinen Zeugstreifchens und guten Kleisters, den man dabei nicht spart, auf den Deckel des Glases fest. Sollte man feuchte Luft fürchten, so kann man, nachdem die Verklebung getrocknet, den Streifen noch mit einer Schellacklösung überziehen. Diese Verklebung ist der schwache Punkt der Sache, wenn auch nicht häufig, so ist es doch auch nicht gerade zu selten, daß beim Anstoßen an das frei emporstehende Etikettenblech die Verklebung abspringt und das Etikett herunterfällt, besonders kann sich das ereignen, wenn der Glasdeckel fettig war und die Verklebung nicht sorgfältig gemacht wurde. Um nun dann der Möglichkeit der Etikettenverwechselung vorzubeugen, kratzt man mittels eines Schreibdiamanten die Katalognummer des im Glase aufbewahrten Tieres auf irgendeine unauffällige Stelle des Glases. Sollte sich aber das Etikett allein bei nicht gut angekniffenen Falzen herausschieben, so begegnet man da einer Verwechselung, daß man vor Einschieben des Etikettes die Katalognummer innen auf das Blech schreibt.

Die **Etikettenhalter** oder Bleche wird man im Falle der Aufnagelung mit der Farbe des Postamentes anstreichen, bei vermittels der Blechzunge aufgeklebten wählt man am besten Schwarz, das hier sehr gut mit dem schwarzen Druck harmoniert und von der Fabrik gleich eingebrannt wird. Ich möchte noch ein paar Worte über das sog. erklärende Etikett sagen, d. h. über ein Etikett, das mehr enthält als jene oben angeführten kurzen Daten. Da kann ich aus meiner langjährigen Praxis als Museumsmann nur aufs eindringlichste davor warnen, lange Erklärungen auf dem Etikett loszulassen oder darauf etwas zu sagen, was nicht jedem ohne Nachdenken sofort verständlich ist. Bei einem zu Lehrzwecken dienenden Präparat ist ja so etwas überhaupt nicht nötig, da ersetzt das gesprochene Wort all und jedes erklärende Etikett, aber das Publikum der Schausammlungen will nicht viel lesen und will nicht viel denken, ihm muß alles auf dem Präsentierteller dargebracht werden, daß es ohne Umstände nehmen, essen und verdauen kann. Es erfordert die ganze Aufmerksamkeit und viel Scharfsinn, um hier das Richtige zu treffen. Besser als langatmige Erklärungen sind daneben gestellte erklärende schematische Bilder, an ihnen lasse man keinen Mangel spüren und man wird gute Erfolge damit zeitigen.

Ich erwähnte schon, daß ich für gedruckte Etiketten eingenommen sei, Handschriften sind vielfach nicht gut leserlich, und auch die sog. Rundschrift ist selten gut und läßt sich bei kleinen Etiketten schlecht anwenden. Der Druck passiert eine Korrektur und bietet auch dadurch schon größere Gewähr für Fehlerlosigkeit.

Die Katalogisierung.

Bei dem Inhalt eines Etikettes sprach ich auch von der Katalognummer und darum glaube ich, daß die Besprechung des Kataloges auch in diese Abteilung der Technik gehört. Jede irgendwie umfangreichere Sammlung sollte einen genauen Katalog haben, und da bin ich ganz entschieden für den „Zettelkatalog" und zwar einen systematischen; daneben muß man aber unbedingt einen Eingangskatalog führen, in dem jedes Stück ohne Rücksicht auf die systematische Stellung eine Nummer hat (jene auf dem Etikett verzeichnete). In diesem Katalog wird jedes Objekt, sowie es in den Besitz der Sammlung kommt, mit allen Notizen, die vom Sammler oder Verkäufer dazu gegeben wurden, und mit dem Datum der Erwerbung eingetragen. Dieser Eingangskatalog hat den Wert eines Aktenstückes, man könnte jene Notizen ja auch in den systematischen Zettelkatalog eintragen, die Sammlungen erhalten ja aber meistens unbestimmte Tiere, deren Bestimmung wohl nie ohne weiteres sofort auszuführen ist, und das würde Unordnung einreißen lassen, zudem sind fortlaufende Nummern, die eine sofortige Auffindung auch dem Nichtfachmanne möglich machen, auf einem systematischen Zettelkataloge nicht anzubringen. Die systematische Anordnung nimmt man am besten nach einem stets zugänglichen Werke vor, und zwar die Gattungen, die Arten ordnet man praktischer alphabetisch an. Nach jenem Werk kann man sich sofort unterrichten, wo eine gesuchte Gattung steht, unter Umständen kann man sich noch einen alphabetischen Katalog der Gattungen machen, der angibt, in welchem Katalogkasten die Gattung steht. Natürlich wird man nach Bestimmung eines Tieres sofort den gefundenen Namen an seine Stelle im Eingangskatalog eintragen. Der Zettelkatalog (für jede Art ein Zettel) wird dasselbe enthalten wie das Etikett, er dient ja hauptsächlich dazu, ohne Öffnung und Berührung der Sammlung selbst, sofort zu zeigen, was vorhanden ist, außerdem soll der Zettel aber auch noch einen Hinweis enthalten, der sagt, wo das Stück in der Sammlung steht. Am besten wird man diesen Hinweis mit Bleistift eintragen, um bei einer Umräumung, die ja bei einer stets wachsenden naturwissenschaftlichen Sammlung von Zeit zu Zeit notwendig wird, nicht gleich die ganzen Zettel erneuern zu müssen. Auf dem Kopf des Zettels steht der Name und der des Autors, darunter, in Rubriken die anderen Notizen, so daß man imstande ist, eine ganze Anzahl von Stücken oder Gruppen derselben Art, aber von verschiedenen Herkünften auf demselben Zettel zu verzeichnen.

Die Schädlinge der Sammlung.

Alle Objekte kommen in konserviertem Zustande in die Sammlung, in diesem Zustande müssen sie aber auch erhalten werden, es drohen ihnen gewisse Gefahren, vor denen wir sie bewahren müssen. Bei den in Flüssigkeit aufbewahrten ist es ja nur die Austrocknung bei undichten Verschlüssen, der wir durch häufige systematische Revision leicht begegnen können, anders ist es bei ausgestopften Tieren. Einige Insekten treten als Schädlinge auf, da ihre Larven sich an den ausgestopften Tieren ernähren und dabei die Behaarung oder Befederung zerstören. Mittel dagegen sind gut vergiftete Häute und vor allen Dingen sicher schließende Schränke. Von der Vergiftung, die mit arseniger Säure vorgenommen wird, kann man leider keinen zu ausgedehnten Gebrauch machen, da die entstehenden Dämpfe leicht die Gesundheit des mit den Objekten sich Beschäftigenden gefährden würden, und selbst die best-

schließenden Schränke müssen von Zeit zu Zeit geöffnet werden, wenn man die Präparate studieren will. Daher ist auch hier ständige scharfe Aufsicht nötig. Sollten sich bei aller Wachsamkeit und Vorsicht doch Motten oder Speckkäfer eingenistet haben, so sind sofort alle in einem solchen Schranke untergebrachten Objekte zu desinfizieren. Das geschieht mit Schwefelkohlenstoff, und zwar in einem dazu besonders konstruierten Apparat. Ein großer sehr starkwandiger Eisenkessel, am besten von zylindrischer Form, liegt in einem festen eisernen Gestell, am besten in einem besonderen Raume. Seine vordere Wand wird von einer Tür eingenommen, die durch Schrauben und Flanschen sowie durch Gummiabdichtung[1]) luftdicht an den Kessel angepreßt werden kann. In seinem Innern befindet sich ein flaches tischartiges Gestell, das auf Rollen geht und vollkommen herausgezogen werden kann, die „Tischplatte" besteht aus einem Gitterwerk und nimmt die zu desinfizierenden Gegenstände auf. In der Mitte des Kessels münden zwei starke mit Absperrventilen versehene Röhren, die eine ist mit einer Luftpumpe, die andere mit einer eisernen Schwefelkohlenstoffflasche verbunden, die in einer eisernen Schale steht. Natürlich muß der Kessel mit einem Manometer versehen sein.

Die verdächtigen Objekte werden auf den Tisch gelegt, dieser in den Kessel geschoben und der Kessel luftdicht verschlossen. Nun erzeugt man mittels der Luftpumpe ein starkes Vakuum, das man eine Zeit bestehen läßt. Dann wird heißes Wasser in die Schale gegossen, die die Schwefelkohlenstoffflasche umgibt, und nach kurzer Zeit, wenn man angenommen hat, daß sich eine Menge Gas entwickelt habe, der Hahn zum Kessel geöffnet. Jetzt sinkt das Vakuum, alles füllt sich mit dem besonders für Insekten höchst giftigen Schwefelkohlenstoffdampf. Wenn der Gasdruck im Innern des Kessels normal geworden ist, so ist das das Zeichen, daß alles in regelmäßiger Weise mit dem giftigen Gas erfüllt ist. In diesem Zustande läßt man nun Kessel und Objekte mehrere Tage, öffnet dann den Kessel und bringt die Objekte schnell an ihren Aufbewahrungsort, der, wenn man das eben beschriebene Verfahren nicht immer von neuem vornehmen will, jedenfalls insektendicht sein muß.

Stellt man ein neu ausgestopftes Säugetier in den Schau- oder Aufbewahrungsschrank, so kann ein Ereignis eintreten, das, wenn man nicht schon darauf vorbereitet ist, die größte Beunruhigung hervorrufen kann. Es treten plötzlich an und unter dem Tier Hunderttausende kleiner Milben von blaßgelblicher Farbe auf. In unglaublichen Mengen fallen sie von dem ausgestopften Tier herunter, um dort meistens zu verenden. Mit Schaufeln kann man sie fortkehren. Der Nichtkenner dieser Erscheinung ist verzweifelt, er sieht sein soeben ausgestopftes, kostbares Präparat dem sicheren Verderben preisgegeben und fürchtet auch das Schlimmste für die anderen Präparate, die mit jenem den Raum teilen. Aber ebenso plötzlich wie die Erscheinung kam, hört sie auch auf, nur noch tote Milben werden fortgekehrt und zuletzt finden sich auch keine Kadaver mehr. Ohne irgendwelche wahrnehmbare Schädigung für das Präparat sind die Feinde verschwunden. Es ist die schon lange bekannte Museumsmilbe, der man eigentlich keine Schädigung nachweisen kann und die durch gewaltige Vermehrung nur ein Zeichen für Feuchtigkeit gibt. Das eingestellte Präparat war noch nicht vollkommen getrocknet, absolut trockene Präparate geben niemals zu dieser Erscheinung Anlaß.

II. Spezieller Teil.

Präparation der Säuger.

Unter Präparation von Säugetieren versteht man wohl in erster Linie das allbekannte Ausstopfen der Haut. Wie schon oben des längeren entwickelt, haben sich hier die Verhältnisse von Grund aus geändert. Das moderne Ausstopfen steht unter den beiden Schlag-

1) Es gibt jetzt auch Abdichtungsmaterialien, die besser und dauerhafter sind als Gummi.

wörtern **absolutes Dünnschneiden der Haut und vollkommene Modellierung eines künstlichen Körpers.** Das Dünnschneiden der Haut garantiert die ausgiebigste Dehnbarkeit, ohne daß damit die gefürchtete Schrumpfung nach dem Trocknen eintritt. Die vollkommene Modellierung eines künstlichen Körpers garantiert nach dem Überziehen der Haut die möglichste Naturwahrheit in der Erscheinung des ausgestopften Tieres. Das erste kann jeder geübte und nicht gerade ungeschickte Mensch machen, zur Ausführung des zweiten sind nur wenige Menschen befähigt. Glaubt man wirklich die Fähigkeit zum Bildhauer zu haben, so kann man sich an die Sache wagen, ist man davon nicht fest überzeugt, so lasse man lieber seine Hände davon.

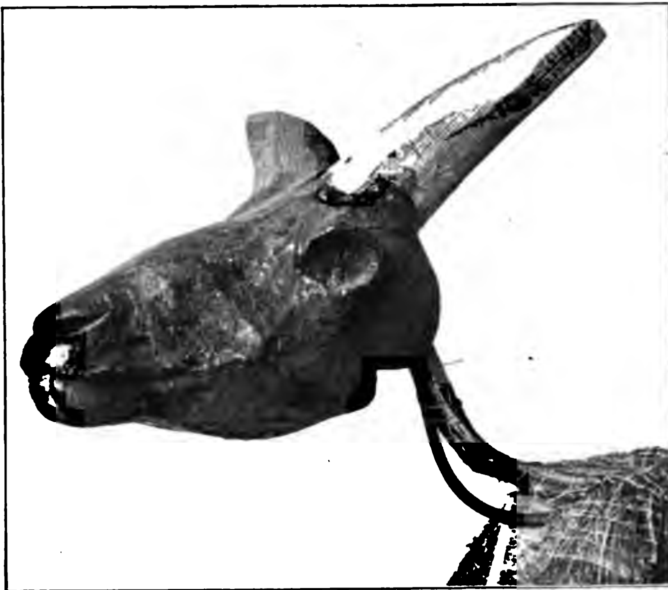
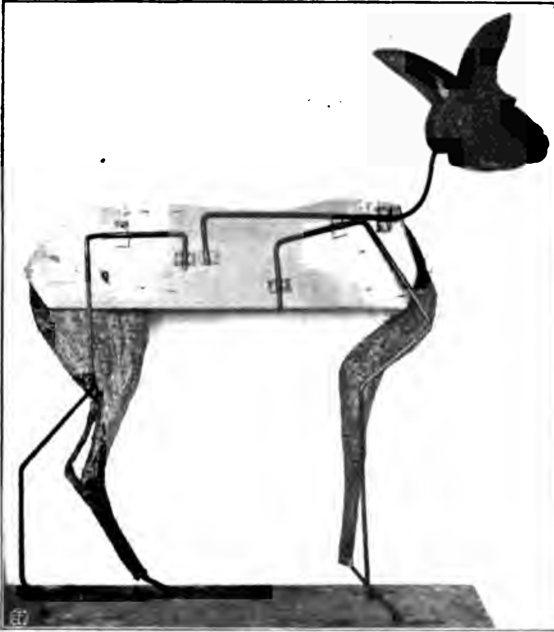


Abb. 138.
Torfkopf für *Capra cylindricornis Blyth.*

Wir wollen den Fall annehmen, daß ein soeben gestorbenes, frisches Tier zur Präparation vorliegt, so wird der Präparator zuerst **genaue Messungen** des Körpers in allen seinen Dimensionen und an allen seinen Teilen vornehmen. In einer sehr großen Anzahl von Fällen hängt der natürliche Eindruck eines ausgestopften Tieres von seinem Gesichtsausdruck ab; um diesen nun immer vor Augen zu haben, wird er, wenn es sich nicht um eine ihm schon vielfach vorgelegene und daher sehr geläufige Art handelt, einen **Gipsabguß des Kopfes** wenigstens bis zu den Ohren machen. Ich sage wenigstens bis zu den Ohren, da das in der größten Zahl der Fälle genügt und vor allen Dingen auch sehr viel einfacher ist als ein Abguß des ganzen Kopfes, da der nur durch Herstellung einer Teilform zu erlangen ist. Leichter und einfacher auszuführen ist auch das erstere dann, wenn man den Abguß erst macht, nachdem der Körper mit Ausnahme des Kopfes aus der Haut herausgeschält ist. Dann stellt man den Kopf auf die Okzipitalregion, umgibt ihn an der Stelle, bis zu der man die Form gehen lassen will, mit einem breiten und dicken **Kragen** von plastischem Ton, streicht nun den abzugießenden Teil dick mit Schmierseife ein und gießt dann in mehreren dünnen Hüllen den Gips darauf. Keine Beschreibung kann eine solche Verrichtung so wiedergeben, daß man sie sofort ausführen kann, man tut daher gut, sich diese Handlung von einem gelernten Gipsgießer direkt zeigen zu lassen, besonders aber dann, wenn es



Abb. 139. Torfkopf für *Castor fiber.*


Abb. 140. Körpergestell für *C. cylindricornis Blyth.*

sich um die Herstellung einer Teilform handelt.

Die Häute müssen vor Beschmutzung durch Körperausflüsse und vor allem durch Blut bewahrt werden, man verstopfe daher vor dem Aufschneiden die Aus- und Eingänge mit derben Wattepfropfen. Alsdann führt man, vom Anfang des Halses ausgehend, einen Schnitt in der Bauchmittellinie, Geschlechtsorgane und After umgehend, bis eine Strecke über die Schwanzwurzel, der die Haut vollkommen durchtrennt. Gleiche Schnitte durchschneiden die Haut von der Hand- bzw. Fußwurzel beginnend und auf der hinteren Kante der Extremitäten verlaufend. Doch ist hierbei zu beobachten, daß der Schnitt von der Mitte des Oberarmes oder des Oberschenkels ab die hintere Kante zu verlassen hat und schräg nach innen geführt werden muß, bis er den Ventralschnitt erreicht und in ihn einmündet. Nun wird die Haut durch Abziehen mit den Fingern und vorsichtige der Haut parallele Skalpellschnitte von dem Körper abgelöst, der Hals dicht an der Okzipitalregion des Kopfes durchschnitten und Schwanz und Zehen herausgezogen. Noch vorsichtiger als vorher wird man jetzt die Haut des Kopfes lösen, wobei die größte Sorge darauf zu verwenden ist, daß die Augenlider, die Lippen und die Ohrknorpel am Fell verbleiben und nicht verletzt werden. Das Fehlen auch der Schleimhautteile der Lippen und Augenlider sowie das Fehlen der Knorpel des äußeren Ohres gab ja eben den nach alter Art ausgestopften Tieren jenen unglaublichen Gesichtsausdruck. Bei Huftieren müssen die Hufe am Fell bleiben, bei Tieren mit Nägeln auch diese; wenn man kein Skelett von demselben Tiere anzufertigen wünscht, dann müßte man am ausgestopften Tier die Nägel künstlich herstellen, durch Holz oder andere Materialien Dasselbe gilt für Gehörne oder Geweihe, man wird wohl stets den natürlichen Kopfschmuck verwenden, denn ihn künstlich nachzuformen würde zu große Mühe und Geschicklichkeit erfordern, sowie auch wenig befriedigen. Bei Hörnern wird man die Hornscheiden von den Stirnzapfen abstoßen und kann dann diese dicht über dem Fell absägen, bei Geweihträgern geht das nicht, hier muß das Fell oben so weit geöffnet werden, daß man mit dem Kopf auch das Geweih herausziehen kann. Das geschieht, indem man oben auf dem Kopf zwei schräge zusammenlaufende Schnitte führt, die jeder hinten an jedem Geweihhöcker beginnen und ungefähr auf der Okzipitalregion zusammentreffen. Von dem Schnittpunkt an muß nun in der Mittellinie des Nackens ein Schnitt geführt werden, dessen Länge sich nach der Größe des Geweihes oder des Gehörnes richtet, denn durch diesen von den drei Schnitten gebildeten Schlitz muß man den Stirnschmuck herausziehen. Natürlich muß man stets so verfahren, wenn man einen intakten Schädel erhalten will.

Das Fell ist herunter, nun kommt es in die Gerbeflüssigkeit. Die besteht aus einer starken Lösung von Alaun und Kochsalz. Die trockene Mischung von zwei Teilen Alaun und einem Teil Kochsalz ist ein vorzügliches Mittel zum Konservieren von Häuten, die später aus-

gestopft werden sollen. Die frischen Felle werden auf der Fleischseite dick mit dieser Mischung bestreut und tüchtig eingerieben, alsdann werden sie einfach zusammengerollt und in Fässern verpackt.

In jener Lösung bleibt die Haut, bis sie gar geworden, man erkennt das daran, daß die Fleischseite, wenn man die Flüssigkeit zwischen den Fingern auspreßt, nicht mehr glasig erscheint, sondern einen rein weißen Fleck zeigt. Nun beginnt das körperlich schwerste Geschäft, das Abstoßen des Unterhautbindegewebes und aller Fleischreste mit den Werkzeugen des Gerbers. Es darf nur die Oberhaut und die Lederhaut übrigbleiben. Nicht nur Geschicklichkeit und Kraft erfordert diese Arbeit, sondern auch größte Vorsicht, damit nicht die in der Lederhaut wurzelnden Haare an ihren Wurzeln abgeschnitten werden, was ihr Herausfallen zur Folge haben würde. Nur eine vollkommen gare Haut läßt eine solche Behandlung zu, die Gare tritt aber nicht gleichmäßig ein, daher man dann genötigt ist, die Schneidearbeit zu unterbrechen und das Fell wieder in die Gerbelösung zu versenken.

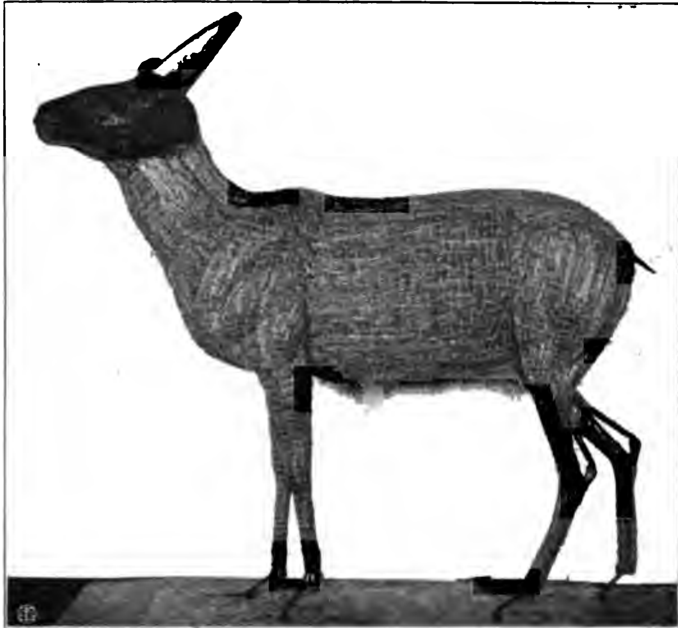


Abb. 142. Strohkörper fertig genäht.



Abb. 141.
Bein in der Entstehung.

Die Haut ist vollkommen gar und in allen ihren Teilen dünn geschnitten. Die knorpeligen Ohrmuscheln sind ausgeschält, vollkommen sauber präpariert und wieder in die Fellbedeckung geschoben worden, sie müssen erhalten bleiben, damit man dem ausgestopften Ohr die natürliche Form geben kann; ebenso sind Zehen und Hufe, Hand- und Fußballen von allem befreit, was nicht Epidermis und Chorion ist, das Fell kann jetzt getrocknet werden, da die Herstellung des künstlichen Körpers eine geraume Zeit beansprucht. Der Gerber hat seine Arbeit getan, nun kommt der Modelleur, der Künstler heran. Nach den vorher genommenen Maßen hat man sich eine Umrißzeichnung in natürlicher Größe und in der Stellung, die man dem Präparate geben will, angefertigt, nach der wird nun der künstliche Körper hergestellt. Die Hauptsache ist dabei natürlich der Kopf, denn ist die Miene nicht die dem Tiere eigentümliche, so wird das Präparat nie wirken. Aus einem Brett wird ein Stück heraus-



Abb. 143. Körper mit Tonschicht überlegt.

geschnitten, das genau dem Profil des Kopfes entspricht, aber ohne die äußere Schnauze. An der einen Seite dieses Brettes wird ein starker Eisendraht mit Schrauben und Schellen befestigt. Er dient dem späteren Halse als feste Achse, und man wird ihm daher die Biegung geben, die nachher der Hals des fertigen Tieres haben wird. An beide Seiten dieses Brettes leimt man nun große Stücke Torf, so daß man daraus bequem Kopf und auch die Schnauzenteile schnitzen kann (Abb. 139). Ist das geschehen und stimmen die Maße genau, so wird das Ganze mit heißem Erdwachs, das man auf dem Wasserbade flüssig erhält, getränkt. Trägt das Tier, wie auf den Abbildungen 138, 140, 142, 143, 144 Hörner, so sind Stirn und Stirnzapfen von Holz zu fertigen und mit dem geschnitzten Kopf richtig zu verbinden; benutzt man die Schale mit dem Geweih, so ist sie an der richtigen Stelle auf den Torfkopf aufzusetzen und durch Schrauben und Leim mit ihm zu verbinden.

Wie für den Kopf, so fertigt man auch für den Körper ein Mittelbrett an, das genau dem Umriß des Körpers entspricht. An dieses Mittelbrett werden nun die aus starkem Eisendraht gebogenen Achsen der zukünftigen Beine befestigt und unten in ein provisorisches Postament eingeschraubt. Auch der Halsdraht mit dem Kopf wird daran befestigt, und so steht nun das künstliche Skelett da (Abb. 140). An dieses Skelett muß der Körper geformt werden. Entweder macht man das auch wie beim Kopf aus Torf, und das ist bei kleineren Tieren



Abb. 144. Kopf mit Nadeln besteckt.

rätlich, oder man näht den Körper aus Stroh. Das erstere ist ja leicht verständlich, das letztere ist wohl aus den beigegebenen Abbildungen in seinem Anblick zu sehen, läßt sich aber nicht beschreiben, man muß es sich zeigen lassen, denn Körper sowohl als Extremitäten müssen hohl genäht werden. Strohsträhne auf Strohsträhne wird eine an die andere genäht, bis der Körper fertig ist (Abb. 141, 142). Erst

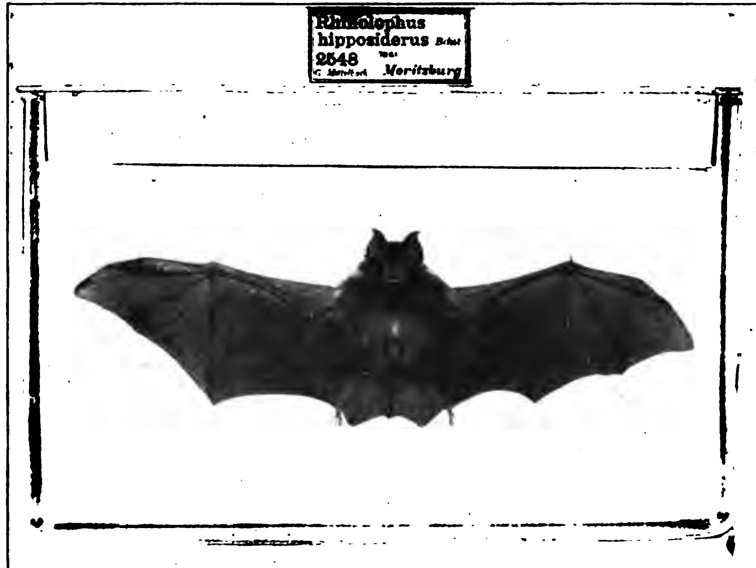


Abb. 145.

werden die Beine einzeln von Mittelbrett und Postament abgenommen, fertig genäht und wieder befestigt und dann erst Körper und Hals. Den Schwanz formt man aus einem Draht, den man mit Werg und Bindfaden umwickelt. Nun wird der ganze Körper mit einer ganz dünnen Schicht Ton überlegt und das nasse, vollkommen durchweichte Fell übergezogen.

Jetzt zeigt sich der Vorteil der dünn geschnittenen Haut, nach jeder Richtung kann man das Fell dehnen und ziehen, in Falten legen und zusammenschieben. Überall, wo es nötig ist, wird die Haut, und das gilt besonders an Einziehungen, z. B. an der Nase und den Lippen, durch starke Stecknadeln befestigt, wie nebenstehende Abbildung 144 zeigt, die erst fortgenommen werden, wenn die Haut sicher vollständig getrocknet ist. Nun beginnt das Zunähen der Haut, das mit feinen, dreikantig gekrümmten Sattlernadeln und starker, ev. doppelter Seide in der Farbe des Felles geschieht, und zwar, wie man sagt, von innen heraus, wodurch man die Schnittflächen besser zusammenziehen kann, und weniger von dem Faden zu sehen ist. Zuletzt werden die Glasaugen eingesetzt und die Lider in vorsichtigster Weise mit feinen Nadeln um das Auge herum festgesteckt. Die Ohrknorpel sind beiderseits mit einer solchen Menge Ton überlegt, daß dadurch die entfernten Fleischteile ersetzt werden.

Nach dem Trocknen wird man die Nadeln entfernen, nackte Hautstellen, wie Nüstern und Augenlider, unter Umständen färben und fein lackieren, die Haare kämmen und das Ganze auf dem endgültigen Postament befestigen.

Es gibt eine Ordnung von Säugern, die sich absolut nicht für das Ausstopfen eignet, das sind die Fledermäuse. Sie müssen wie Reptilien und Amphibien in Flüssigkeit konserviert und aufbewahrt werden (Abb. 145). Nur auf diese Weise können die zarten Häute der



Abb. 146. Mäusegruppe, Formalinpräparation.

Nasen, Ohren und Flügel in ihrer Form und Zartheit erhalten werden. Ich gebe die Abbildung einer solchen in Flüssigkeit aufgestellten Fledermaus.

Äußerst schwierig stopfen sich auch die kleinen Säuger, die Mäuse und Spitzmäuse, aus. Da ist am Dresdener Museum ein Verfahren ausgebildet worden, das allgemeine Beachtung verdient und es ermöglicht, die Formen dieser kleinen Tiere ausgezeichnet zu erhalten. Es ist die Behandlung mit Formalin. Die Augen der Tiere werden entfernt und durch passende Glasaugen ersetzt, infolge der natürlichen Feuchtigkeit der Schleimhäute kleben die Lider an der Oberfläche des Glases und können richtig angeordnet werden, auch die Ohrmuscheln kann man durch Unterlage von Kartenblättchen, die man der Ohrmuschel entsprechend biegt, vor dem Zusammenfallen bewahren. Alsdann injiziert man von Mund und After aus das Tier mit starker Formalinlösung, schiebt dünne Drähte durch den Körper und gibt ihm dadurch die gewünschte Lage, sowie man ihn dadurch auch auf einer provisorischen Unterlage befestigen kann, spannt die Zehen mit Stecknadeln aus und setzt nun das Ganze in ein Glas, das man fest verschließen kann und auf dessen Boden man starke Formalinlösung gegossen. Das Glas wird verschlossen, und nach wenigen Tagen sind die Tierchen hart und fest geworden, als ob sie ausgestopft wären. Zur Aufbewahrung und Aufstellung kommen sie natürlich in Gläser mit fest aufgekittetem Deckel, auf deren Boden man auch eine Wenigkeit starken Formalins gegossen. Hier liegt die schwierige Stelle der Methode, man darf ja nicht zu viel Formalin in das Glas tun, da sein Inneres sich sonst sehr leicht bei Witterungswechsel beschlägt. Sonst hat man aber eine ausgezeichnete Methode, die auch den künstlerisch nicht besonders Begabten die Möglichkeit gibt, solche kleinen Säuger zu präparieren. Anbei gebe ich die Abbildung einer Mäusegruppe, die in dieser Weise präpariert worden ist. Der „natürliche" Boden besteht natürlich aus „garniertem" Torf, der auch das Formalin sehr gut aufsaugt und zu seiner Verteilung als Gas beiträgt (Abb. 146).

Warnen möchte ich hier noch vor dem Versuche, Delphine oder gar größere Wale auszustopfen. Es ist nicht möglich. Die Haut hat eine Konsistenz wie Gummi, läßt sich nicht gerben und dünn schneiden, schnorrt vollkommen zusammen. Es ist gar nicht daran zu denken, auch nur im entferntesten der Haut das natürliche Aussehen wiederzugeben.

Vögel.

Im Grunde genommen unterscheidet sich die Präparation der Vögel in nichts von der der Säuger. Die Haut ist von Fett und Fleischteilen vollkommen zu reinigen und über einen künstlichen Körper zu ziehen, und doch sind sehr große Verschiedenheiten vorhanden. Erstens kann man sagen, daß das Ausstopfen eines Vogels bedeutend leichter ist und geringere künstlerische Begabung erfordert als das eines Säugetieres. Allerdings muß der Präparator auch Beobachtungsgabe für die Haltung und Miene haben, er muß auch wissen, welche Farbe die Iris des von ihm präparierten Tieres hatte, aber großes Schnitztalent ist nicht erforderlich. Was die ganze Sache schon sehr erleichtert, ist, daß die Bein- und Armknochen sowie der Schädel an der Haut verbleiben, daß die Haut nicht dünngeschnitten, sondern eigentlich nur gereinigt zu werden braucht und keinen Gerbeprozeß durchmacht. Natürlich denke ich dabei nicht an Vögel wie Kasuar, Strauß und große Geier.

Nachdem auch die Körperöffnungen durch feste Wattepfropfen verstopft wurden, wird die Bauchseite der Haut vom After bis über das Brustbein aufgeschnitten und nun mit den Fingern und dem Skalpellstiel die Haut von dem Körper abgezogen. Man zieht dabei den Hals und den Kopf wie einen umgekehrten Handschuhfinger auch aus diesem Schlitz heraus, und zwar stülpt man die Kopfhaut bis zum Schnabel zurück. Dann reinigt man den Schädel



Abb. 147. Durchgesägter Schädel von *Dichorera bicornis L.*
Als Beispiel eines einfachen anatomischen Präparates.

vollkommen von allen Fleischteilen, entfernt die Augen und das Gehirn und schneidet den Schädel dicht am Halse von dem Körper ab. Genau so stülpt man auch Oberarme und Oberschenkel um, um sie auch ganz und gar zu entfleischen, auch sie werden dicht am Körper wie auch der Schwanz abgeschnitten. Nun wird der Körper entfernt, die ganz umgestülpte Haut sauber von Fett und Fleischteilen gereinigt und zur Abhaltung von Schädlingen mit einer Lösung von arsenigsaurem Natron gut eingepinselt. Nun nimmt man einen Draht, dem man durch Wergumwicklung die Stärke und Form des Halses gibt, und befestigt ihn vorn im Schädel. Gleiche Drähte schiebt man in die Extremitäten, bei den Beinen so weit, daß sie ein Stück aus der Sohle herausragen, und gibt auch ihnen, wo sie im Oberarm oder Oberschenkel liegen, durch Umwicklung Stärke und Form der durch sie dargestellten Extremitätenteile. Auch in den Schwanz wird man einen Draht schieben, um auch ihn später in der richtigen Lage am Körper befestigen zu können. Es wird jetzt aus einem leichten Material, aus Torf, Heu oder Werg, ein Körper geformt und in diesem alle jene Drähte in der richtigen Lage befestigt, die Haut um das Ganze herumgeschlagen und der Bauchschnitt zugenäht. Durch Biegen der Drähte und Zurechtdrücken des Ganzen kann man jetzt noch ziemlich bedeutende Korrekturen ausführen. Mit den aus den Sohlen herausragenden Drähten wird der ausgestopfte Vogel jetzt auf einem Boden befestigt, der dem entspricht, den er beim Sitzen bevorzugt, und die Zehen in der richtigen Weise angeordnet und fixiert. Um zu verhindern, daß sich beim Trocknen das Federkleid verzieht und struppig wird, umgibt man den Vogel, nachdem man mit einer Pinzette die Federn richtig geordnet, mit Papierbandstreifen, die man mit Insektennadeln feststicht. Auch die Federn der Flügel und des Schwanzes müssen, damit sie sich nicht zusammenlegen, durch beiderseitig aufgelegte Karton- oder Pappestreifen in der natürlichen Lage festgehalten werden. Nach dem vollkommenen Trocknen, das je nach der Größe des Vogels verschieden lange dauert, werden diese Binden entfernt, mit einer Pinzette die Federn etwas aufgezupft und der Vogel auf dem endgültigen Postament befestigt.

Eine besondere Präparation erfordern die Eier der Vögel, aufbewahrt werden ja nur die Schalen, der Inhalt muß entfernt werden, und zwar geschieht das durch Ausblasen. Das wird nun nicht mehr so gemacht, daß man das Ei an den beiden Polen anbohrt und von dem einen Loch den Inhalt zu dem anderen herausbläst, sondern es genügt ein Loch am breiteren Pol, hergestellt mit einem Eibohrer. Indem man nun das Ei senkrecht mit dem Loch nach unten hält, bläst man mit einem Lötrohr Luft hinein. Die Luft steigt im Ei auf, sammelt sich am oberen Pol und drückt den Inhalt unten zu dem Loche heraus. Über die Aufstellung der Eier habe ich schon im allgemeinen Teil das Nötige gesagt. Ich sprach dort auch



Abb. 148.

schon von den sog. Vogelbiologien, d. h. von der Vereinigung von Vogel, Nest, Gelege und natürlicher nächster Umgebung des Nestes zu einem höchst instruktiven Präparat. Ich möchte hier nochmals darauf hinweisen und als Beispiele die beigegebenen Abbildungen zur Betrachtung empfehlen. Zartere Pflanzenteile trocknet man am besten in Sand, und sollten sie dabei zu sehr ihre Farbe einbüßen, so muß man sie etwas nachfärben. Für Bodenteile ist, wie schon mehrfach hervorgehoben, der Torf das beste Baumaterial für den Präparator.

Amphibien und Reptilien.

Bei diesen Klassen ist mit ganz geringen Ausnahmen absolut vor dem Ausstopfen zu warnen, es können nur häßliche, mißfarbige Karikaturen entstehen. Diese Tiere müssen in Flüssigkeiten präpariert werden, aber nicht einfach in ein Glas gestopft und mit Flüssigkeit übergossen werden, sondern man wird sie auf geeigneten Unterlagen in natürlicher Stellung fixieren und nun in einem Härtungsgefäß mit der Flüssigkeit behandeln. Sind sie fest geworden, so werden sie in das Schauglas übertragen. Nun sind alle diese Tiere wohl meist recht auffallend gefärbt, die Farbe ist aber ein Ausfluß des Lebens, sofort mit dem Eintritt des Todes wird sie sich verändern und kein Konservierungsmittel kann sie bannen, besonders nicht, wenn das Präparat, wenn auch nur zeitweilig, dem Lichte ausgesetzt wird. Die Farbe ist aber so sehr häufig ein integrierender Bestandteil des Bildes, das wir uns von diesen Tieren machen, wir müssen daher darauf sinnen, die natürlichen Farben durch künstliche zu ersetzen. Nachdem die Tiere die Fixierungsflüssigkeit verlassen haben, werden sie angemalt mit künstlichen Farben, die sich in der Aufbewahrungsflüssigkeit nicht lösen. Ich gebe hier die Abbildung des Präparates einer Gruppe von Erdkröten, die nicht nur in der Form, sondern auch in der Farbe vollständig den natürlichen Eindruck erwecken (Abb. 148). Als Härtungs- und Aufbewahrungsflüssigkeit ist die Benutzung von Formalin am einfachsten.

Was der Torf für die trockenen Präparate, das ist der Bimsstein für die in Flüssigkeit befindlichen, er läßt sich leicht bearbeiten, färben und garnieren.

Ich sagte, daß man Angehörige dieser Klassen ausstopfen könnte, da meine ich aber nur die Krokodile und Schildkröten. Es ist aber dann sehr darauf zu sehen, daß die Hornbekleidung der Schilder nicht beim Trocknen abspringt. Sollten solche Schilder schon lose sein, so wird man sie festleimen und das Ganze durch einen unauffälligen Überzug von Mattlack gegen Temperatureinflüsse schützen. Man hat auch die großen Schlangen ausgestopft, und ein hervorragend begabter Präparator wird auch ein befriedigendes Präparat fertigbringen. Die Sache

ist aber äußerst schwer und auch Lacküberzüge schützen nicht dagegen, daß sich die Schuppen aufrichten und so das ganze Präparat ein rauhes Aussehen erhält. Lieber sehe man von der Aufbewahrung solcher Riesen ab, denn die Aufbewahrung in Flüssigkeit würde wohl auch kein Mensch wegen der Kosten und der Unbehilflichkeit des Präparates befürworten.

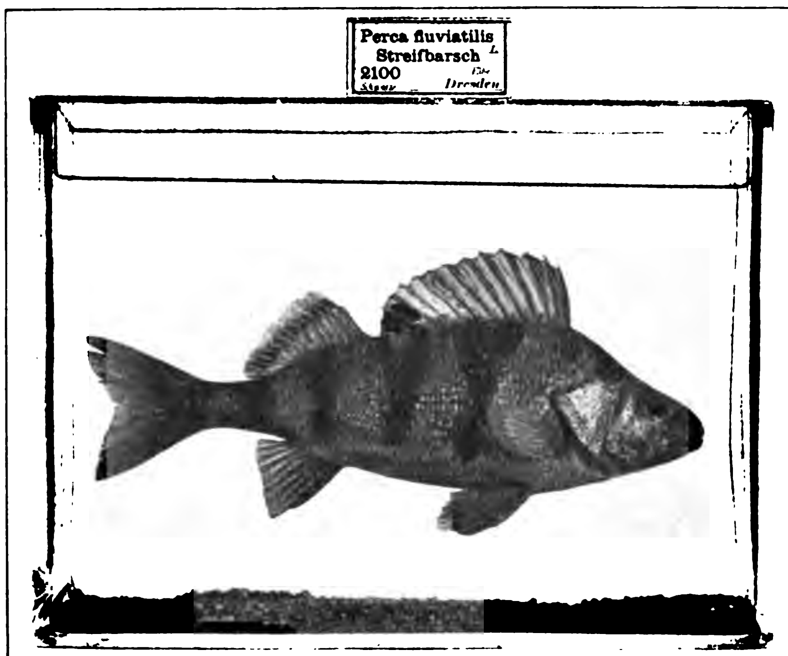


Abb. 149

Fische.

Die Fische waren immer ganz besondere Schmerzenskinder der Museen. Verschrumpft, farblos mit angelegten Flossen, weißen Augen standen sie da gleich Bücklingen. Hier hat die moderne Richtung absolut Wandel geschaffen.

Die frischen Fische, natürlich nur unverletzte Stücke, werden auf eine Korkunterlage gelegt, ihre Flossen ausgebreitet und in dieser Lage mit feinen Nadeln auf der Unterlage festgesteckt. Sind die Fische größer, so kann man vorher mittels eines hakenförmig gebogenen Drahtes die Eingeweide zum Maule herausziehen und dann den Bauch auf demselben Wege mit Watte so ausstopfen, daß er die natürliche Rundung behält. Gut tut man auch, schräg durch das Maul eine stärkere Nadel zu stoßen und den Fisch damit auf der Unterlage zu befestigen. Er könnte sich sonst in der Fixierungsflüssigkeit heben und dabei an den Nadeln die Flossen-

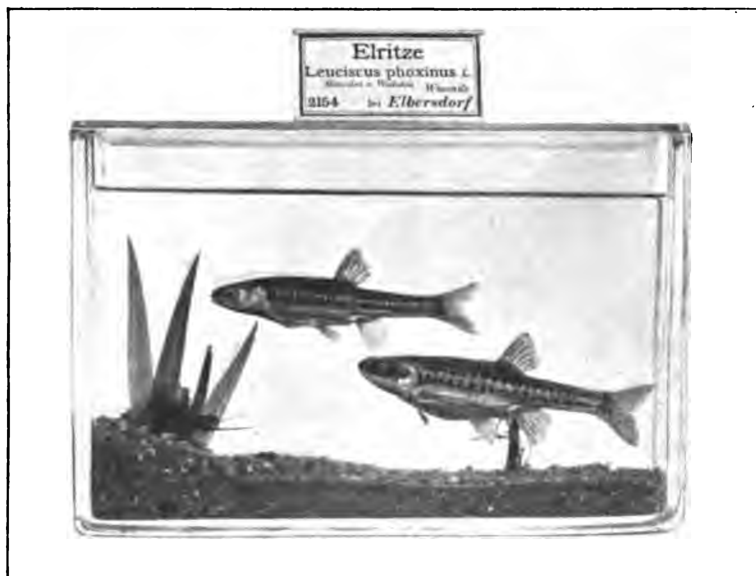


Abb. 150.

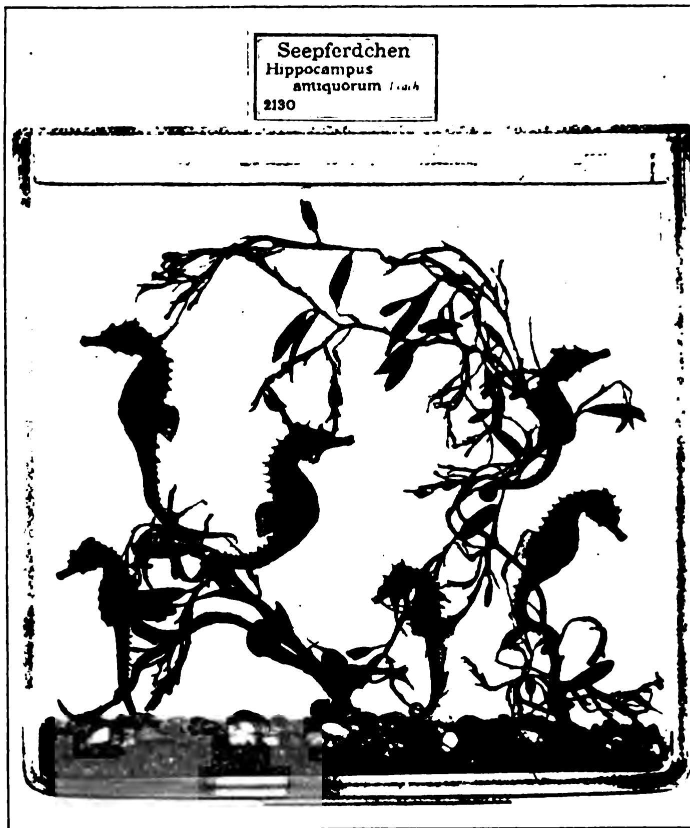


Abb. 151.

häute zerreißen. Nun wird der Fisch mit der Unterlage in Formalin eingesenkt. Nach mehreren Tagen ist das Tier vollkommen hart geworden, es wird von der Unterlage abgenommen, sauber abgeschleimt, abgetrocknet und bemalt, dann wird es in der im allgemeinen Teil beschriebenen Weise auf die Hintergrundplatte aufgenäht und in das Schauglas gestellt. Sollten die Augen schlecht geworden sein, so kann man sie entfernen und durch passende Glasaugen ersetzen (Abb. 149, 150).

Keine andere Präparation ist für Fische zu brauchen, alles Ausstopfen kann nur schlechte Karikaturen hervorbringen.

Besonders ist zu warnen vor dem Ausstopfen von Haifischen. Wenn die Haut auch noch so dünn geschnitten und noch so gut gegerbt wird, sie platzt und reißt unweigerlich beim Trocknen.

Als Beispiel einer kleinen biologischen Gruppe gebe ich hier die Abbildung (151) einer Seepferdchengruppe, bei der der Tang gleich zur Befestigung der Tierchen dient.

Konchylien.

Man sollte wohl glauben, daß über diese Klasse kaum etwas zu sagen wäre, die bekannten Schneckenhäuser, aus denen ja die Konchyliensammlungen der Museen bestehen, bedürfen keiner Präparation, man soll aber auch ganze Tiere sammeln und konservieren und nicht nur ihre Skelette. Da ist aber die Präparation eine sehr schwierige. Jede Präparationsflüssigkeit, ja jedes Gas, das man verwenden würde, reizt in erster Linie die äußerst empfindliche Haut und bringt das Tier zur energischen Zusammenziehung, ehe auch nur der Anfang zu der beabsichtigten Wirkung der schnellen Tötung und Fixierung gemacht ist. Man



Abb. 152. Durchsägte Schale von *Strombus gigas* zur Veranschaulichung des Aufbaues einer Schneckenschale.

hat dann versucht, durch Zusatz von **Kokain** und **Hydroxylamin** zu dem Wasser, in dem die Tiere leben, sie zuerst bewegungslos zu machen, aber auch da sind die Erfolge sehr wechselvoll. **Landschnecken** ersäuft man in abgekochtem Wasser, aber auch bei dieser lange dauernden Hinrichtung strecken sie sich nicht vollkommen aus, besonders die **Fühler** müssen dann noch von innen heraus ausgestülpt werden, ehe die Tiere in die Härtungsflüssigkeit kommen. Tadellose, von jedem anzuwendende Mittel gibt es bis jetzt noch nicht, und es ist daher besser, Schaupräparate zu kaufen, wo man die Möglichkeit der Auswahl hat, oder die Weichkörper in Wachs nachzubilden.



Abb. 153. Querschnitt einer Perle.
Präparat zeigt die konzentrische Schichtung der Masse.

Da die **Radulae** systematisch von großer Bedeutung sind, so genügen für systematische Zwecke auch weniger ausgestreckte Exemplare. Die Präparation dieser Organe ist eine sehr einfache und wird in der mikroskopischen Präparation abgehandelt.

Die **Schalen** bewahrt man in jenen, im allgemeinen Teil beschriebenen Blechkästen auf, schreibt auf jede mit Tusche die Eingangskatalognummer und befestigt das Etikett am Kasten und zwar mittels einer besonderen Art von Etiketthalter, die auch von der Firma Reiche in Dresden hergestellt wird und sich ausgezeichnet bewährt. Siehe noch Nachtrag S. 267.

Insekten.

Am allerwenigsten, ja man kann eigentlich sagen gar nicht, hat sich die Präparation der Insekten geändert. Immer noch wie vor langen Zeiten werden sie genadelt und trocken aufbewahrt. Das unendlich Praktische dieser Präparation hat sie erhalten und wird ihre Dauer gewährleisten. Die gesamte Systematik der Insekten beruht auch heutzutage so gut wie ganz allein auf dem Bau des **Chitinskelettes**, und das wird durch die trockene Aufbewahrung nach kaum einer Richtung hin verändert. Zum Erweichen vor längerer Zeit getöteter Insekten dient der feuchte Sand unter einer Glasglocke, zur Fixierung der Flügel in irgendeiner bestimmten Lage das altehrwürdige Spannbrett. Die Beschäftigung mit der inneren Anatomie hat allerdings viel mehr als früher auch Insektenkonservierung in Flüssigkeiten veranlaßt. Hier wird man wohl nach Anwendung von Fixierungsflüssigkeiten der Aufbewahrung in starkem Alkohol den Vorzug geben. Auf die Fixierungsmittel näher einzugehen würde sich an dieser Stelle erübrigen, das wird in einem anderen Kapitel des Gesamtwerkes abgehandelt.[1]) Besonders sind es ja die Larven, denen man auch in der reinen Systematik in neuerer Zeit

1) Vgl. hierüber O. Steche, S. 172—178 dieses Werkes.

mehr Aufmerksamkeit schenkt. Für die Erhaltung der Form und damit des Exoskelettes wird ja immer noch die sehr rohe Präparation des Kochens in Alkohol angewendet. Der mikroskopische Bau der inneren Gewebe wird natürlich dadurch gründlich zerstört, kalte Flüssigkeiten bewirken aber stets, auch wenn sie sehr stark wirken, ein Zusammenziehen der Larven bis zur vollkommenen Unförmlichkeit, woraus man den Schluß zu ziehen hat, daß stets die Flüssigkeiten in heißem Zustande anzuwenden sind.

Abb. 154.

Das **Spannbrett**, dessen Beschreibung wohl kaum hier nötig ist, ist ja nur ein Apparat zur Ausbreitung und Fixierung der Flügel, also nur bei Schmetterlingen, Orthopteren, Neuropteren und Hemipteren zu verwenden, vielleicht auch noch bei den Hymenopteren; Dipteren spannt man nicht, und bei Koleopteren läßt man die Flügel ruhig gefaltet unter den Flügeldecken. Gut ist es aber, wenn man auch der Beinstellung der Insekten einige Aufmerksamkeit widmet. Sie sind vielfach ein sehr wichtiges systematisches Merkmal, und daher soll man Sorge tragen, daß sie in ihrem ganzen Verlauf bequem zu beobachten sind. Nach dem **Spießen** wird man das Insekt so auf eine rauhe Unterlage stecken, daß man auf ihr die Beine auseinanderziehen und durch kreuzweis gesteckte Insektennadeln befestigen kann. Gut für solche Unterlage ist z. B. das in Platten in den Handel kommende Agavemark. Die Käfer werden durch die rechte Flügeldecke genadelt, doch soll man sich stets vorsehen, daß man nicht irgendein plastisches Merkmal durch die Nadel zerstört oder verdeckt. Den anderen Insekten durchstößt man mit der Nadel den Thorax, stets soll man sich hüten, dem Schildchen zu nahe zu kommen. Auch soll man darauf sehen, daß die Nadel so spitz ist, daß sie nicht beim Wiederaustritt größere Teile des Thorax herausbricht. Am besten haben sich jetzt wohl die geschwärzten Stahlnadeln bewährt.

Das Chitinskelett der Insekten ist aufs genaueste studiert worden, und alle, selbst die kleinsten Teilstücke sind benannt worden. Es ist sehr zu empfehlen, das in einer Schau- oder Lehrsammlung durch ein Präparat zum Ausdruck zu bringen. Am besten eignet sich dazu ein recht großer **Käfer**, und ich bilde anbei ein Präparat ab, das den äußeren Bau in seinen Teilstücken zur Anschauung bringt. Die Teile werden mit kleinen Etiketten oder Nummern versehen und daneben eine, am besten gedruckte Erklärung gestellt (Abb. 154). **Flügel** und **Flügelgeäder** soll man aber durch stark vergrößerte Abbildungen aufs genaueste erklären. Eine wich-

tige Rolle spielt das Flügelgeäder auch in der Systematik der Lepidopteren, es ist aber durch die Schuppen verdeckt und kann so nicht zur Anschauung gebracht werden, Abschuppen wäre mühsam und würde die Flügel zerstören; da gibt es aber ein sehr einfaches Mittel, das ist Eau de Javelle. In dieser Flüssigkeit wird jeder Schmetterlingsflügel sofort durchsichtig. Man legt diese Flügel nun zwischen zwei dünne Spiegelglasplatten, deren Ränder man mit gummierten Papierstreifen verklebt und hat ein einem mikroskopischen ähnliches Präparat. Stellt man solche Präparate in Schausammlungen auf, so wird man in zweckmäßiger Weise zu jedem auch noch den normalen Flügel stellen, um dann so in instruktiver Weise die Verteilung und das gegenseitige Verhältnis von Farben und Adern zu zeigen.

Ein ganz besonderes Augenmerk soll man auf die Metamorphosen richten. Von den meisten Handlungen werden ja solche Präparate angeboten. Leider stehen sie stets in runden Gläsern, wohl der Billigkeit wegen, man übertrage sie in viereckige Gläser, überzeuge sich jedoch vorher genau, daß die Stadien auch wirklich zueinander gehören.

Aufstellen tut man die Insektensammlungen immer natürlich noch in der einzig praktischen Weise in hölzernen Insektenkästen mit gefalztem Glasdeckel. Auch wenn man eiserne Insektenschränke verwendet, wie es jetzt schon vielfach geschieht, soll man die einzelnen Kästen doch stets aus Holz und zwar aus leichtem Holz machen. Da mit den Kästen viel hantiert wird, so müssen sie so leicht als möglich sein, und daher wird man sie auch nicht zu groß machen. Ausgelegt wird der Boden der Kästen mit einem weichen und doch widerstandsfähigen Material. Das war immer eine schwierige Sache, man benützte und benutzt noch Korkplatten, Insektenpappe, Agavemark und vor allem Torf. Bewähren tun sich alle diese Mittel nicht, Torf ist vielleicht von allen noch das beste, er ist billig und oft ziemlich homogen, aber es kommen in ihm doch recht häufig holzige Einschlüsse vor, die ein regelmäßiges Stecken der Nadeln nicht zulassen; dann aber ist sein größter Nachteil das Stäuben. Beim Umstecken dringt aus den alten Nadellöchern Staub hervor, der nicht nur den Kasten schmutzig macht, sondern sich auch an die oft Fett ausscheidenden Insekten ansetzt und sie bis zur Unkenntlichkeit verschmiert. Als nach jeder Richtung hin bestes Auslegematerial für Insektenkästen hat sich das Linoleum bewährt. Aber wohlgemerkt, nicht gewöhnliches Linoleum, sondern das sog. Kork-Linoleum oder Corcacin, von den Engländern auch Carpet-Linoleum genannt. Es ist absolut gleichmäßig in der Struktur, ungefähr 7,5 mm dick, sticht sich weich, die Nadeln werden festgehalten, und das Loch schließt sich sofort wieder nach Herausziehen der Nadeln. Ein Stäuben ist natürlich ausgeschlossen, auch zieht das Material kein Wasser an, die Nadeln können also nicht rosten, daher wirft es sich auch nicht. Es wird auf die bestimmte Größe zugeschnitten mit der Stoffseite auf den Kastenboden geleimt und oben mit einem dünnen Papier überzogen.

Schmetterlinge steckt man natürlich immer noch auf die bekannten Leisten, die einen Korkstreifen als Einlage haben und die man verwenden muß, da man bei Schmetterlingskästen auch den Boden aus Glas macht, um die Unterseite, ohne die Tiere herauszunehmen, betrachten zu können. Kleine Insekten werden gewöhnlich mit feinen Silberstiftchen von unten her gespießt, dieses Stiftchen dann auf einen Hollundermarkpflock gesteckt, der dann, wie sonst ein großes Insekt, mit der gewöhnlichen Insektennadel in den Kasten gesteckt wird. Hollundermark ist ja leicht, leider aber auch sehr porös, Staub haftet sehr darauf, und die Stiftchen stecken nicht fest, daher verwendet man jetzt allgemein in Stäbchen geschnittenes Fleisch des Birkenschwammes, es ist schön weiß, glatt im Schnitt und ganz homogen. Auch kleine Streifchen aus dickerem weißem Karton kann man für diesen Zweck benutzen.

Ich sprach vorhin über die Aufstellung der Schmetterlinge in Kästen mit Glasdeckel und

-boden, das gilt ja natürlich nur für die wissenschaftliche Sammlung. Will man die große Verschiedenartigkeit der Ober- und Unterseite eines Schmetterlinges auch in einer Schausammlung zur Anschauung bringen, so ist man gezwungen, wenn man nicht dieselbe Art umgekehrt gespießt daneben stecken kann, die Schmetterlinge auf Spiegel zu stellen, indem man kleine Korkwürfelchen auf Spiegel kittet und in diese dann die Nadeln einspießt.

Es wurden besonders von Amerika Schmetterlinge in einer Präparation in den Handel gebracht, die viel Bestechendes besonders für Laien hatte, aber als eine unwissenschaftliche Spielerei nichts weniger als zu empfehlen ist. Die Schmetterlinge liegen mit gespannten Flügeln auf einer Gipsplatte, die eine ihrem Körper entsprechende Höhlung hat. Gipsplatte und Schmetterling sind dann in ein genau passendes Pappkästchen gelegt, dessen Deckel eine fest aufgeklebte Glasplatte bildet. Solche Kästchen mögen als Briefbeschwerer einen Wert haben und dem Schreibtisch einer Dame einen wissenschaftlich-künstlerischen Hauch verleihen, für wissenschaftliche Sammlungen ist das Verfahren nicht zu empfehlen, der Schmetterling ist verloren und hat nur den Wert einer Abbildung.

Jene vorhin genannten Insektenmetamorphosen befinden sich stets in konservierenden Flüssigkeiten, manche Dinge aus der Insektenmetamorphose kann man allerdings auch trocken aufbewahren, so Kokons, Häute und Hüllen, wie z. B. die Hüllen der Phryganiden; solche Dinge kann man dann auch mit in den Insektenkasten geben und sie wie Insekten mit Nadeln spießen.

Bei der Erwähnung des Stäubens des Insektentorfes sprach ich von fettigen Insekten. Dies Ausschwitzen von Fett, das ja aus dem Fettkörper herrührt, ist eine oft recht unangenehme Sache. Nicht nur, daß die Tiere unscheinbar und oft direkt unförmlich aussehen, sie laufen auch Gefahr, von den sich bildenden Fettsäuren zerstört zu werden. Man wußte lange nicht, wie man dem abhelfen konnte, denn die meisten Bäder ließen beim Trocknen zerknitterte Flügel zurück. Das geschieht nicht, wenn man folgende Mischung verwendet. Man taucht solche fettige Insekten längere Zeit (mindestens 24 Stunden) in eine Mischung von gleichen Teilen Äther, Schwefelkohlenstoff und Chloroform. Am besten nimmt man das Verfahren in weithalsigen Flaschen vor, die durch einen Korkpfropf verschlossen sind. In diesen Kork steckt man die fettigen Insekten, so daß sie umgekehrt in die Flüssigkeit tauchen. Man kann nun ohne Schaden die Flüssigkeit vorsichtig durch geringes Schütteln in Bewegung versetzen, wodurch etwaige, auf den Tieren klebende Schmutzpartikel abgeschwemmt werden und die Lösung der Fette beschleunigt wird. Hat man das Objekt nicht lange genug in der Flüssigkeit gelassen, so beschlägt es sich nach dem Trocknen mit einem weißen paraffinartigen Überzug, dann war die Entfettung nicht gründlich genug, und man muß das Stück wieder in die Flüssigkeit bringen. Die Mischung hat auch noch das Gute, daß sie alle Parasiten gründlich abtötet. Schimmlig gewordene Insekten muß man allerdings, nachdem sie auch jenes Bad durchgemacht haben, mechanisch reinigen, was unter einer guten Präparierlupe verhältnismäßig leicht und schonend mit Nadeln und feinen Pinzetten vorgenommen werden kann.

Die Flüssigkeit tötet alle Schädlinge, natürlich kann man nun nicht, wenn man Fraß in einem Insektenkasten hat, alle Insassen des Kastens in jenes Bad tauchen, auch kann nicht jeder, der sich eine Insektensammlung hält, sich einen Apparat anschaffen, wie ich ihn S. 250 beschrieben habe, hier genügt ein einfacher Schwefelkohlenstoffkasten. Ein geräumiger Kasten von Zinkblech, in den man mehrere geöffnete Insektenladen kreuzweis aufeinandergesetzt stellen kann, ist oben von einem kanalartigen Rand umgeben, in den man Wasser füllt. In dieses Wasser taucht der überfallende Deckel tief hinein, so daß dadurch der Inhalt vollkommen gasdicht abgeschlossen wird. Jener Rand hat an irgendeiner Stelle ein Ausflußrohr



Abb. 155.
Unokulare Fernrohrlupe mit Beleuchtungseinrichtung.

mit Hahn zum Ablassen des Wassers. Nachdem der Abschlußkanal mit dem nötigen Wasser gefüllt ist, stellt man unten in den Kasten eine flache Schale mit Schwefelkohlenstoff, setzt die zu desinfizierenden Kästen geöffnet hinein und legt den Deckel auf. Es ist ja natürlich hier kein Druck vorhanden, aber dafür sind die zu durchdringenden Objekte auch klein, und man läßt das Schwefelkohlenstoffgas länger wirken.

Schlimm ist es, wenn sich infolge feuchter Luft Schimmelbildung an den aufbewahrten Insekten zeigt, da muß man dann Thymol oder künstliches Bittermandelöl in die Kästen geben.

Ganz zwecklos sind Beigaben von Naphthalin, dieser Stoff beleidigt nur die Geruchsnerven des Menschen, hat aber nur sehr geringe schützende Eigenschaften, denn es ist schon gelungen, Motten auf Naphthalin zu züchten.

Ich möchte hier bei der Präparation der Insekten die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, auf die neuen Fernrohrlupen der Firma Carl Zeiß, Jena, hinzuweisen (Abb. 155, 156). Besonders für entomologische Arbeiten sind diese neuen Konstruktionen von unschätzbarem Wert. Jeder weiß, wie jämmerlich das Arbeiten mit einer stärker vergrößernden Lupe ist. In demselben Maße wie die Vergrößerung zunimmt, verringert sich der Abstand, das Gesichtsfeld und die Helligkeit. Die ganzen bekannten Lupen, auch die zusammengesetzten, waren nach diesen Richtungen keiner Verbesserung fähig, da kam man bei Zeiß auf die Idee, die bekannten, optisch so viel leistenden Prismenfernrohre mit einer Lupe zu verbinden, und man hat dadurch Erfolge gezeitigt, die man früher nicht ahnte. Die Instrumente können für ein- oder beidäugigen Gebrauch eingerichtet werden, sind im letzteren Falle aber natürlich bedeutend teurer. Es ist ein Prismenfernrohr von 3- oder 6facher Vergrößerung, vor dessen Objektiv einfache Linsen geschaltet werden, wobei man je nach der Linse eine Vergrößerung von 1,5—28,8 erhält. Das wäre ja nun noch nichts besonders Auffälliges, aber der Durchmesser des Gesichtsfeldes beträgt bei 14,4facher Vergrößerung noch 12, bei 28,8facher noch 6 mm, und der freie Objektivabstand bei 12,5facher Vergrößerung noch 11, bei 28,8facher noch 4,5 cm!

Jeder kennt die Unmöglichkeit der Lupenarbeit bei künstlichem Licht, der geringe Abstand der Linsen und die Schwäche nicht konzentrierten Lichtes waren schuld daran. Auch diese Klippe ist bei den neuen Lupen umschifft, sie können mit einem kleinen elektrischen Beleuchtungssystem verbunden werden, das einen konzentrierten Lichtkegel auf die Stelle wirft, die man zu beobachten wünscht. Das System besteht aus einem Metallfadenlämpchen und einer Kondensorlinse, die dem Fernrohrkörper beweglich angefügt sind. Das Lämpchen erhält seinen Strom entweder aus einer kleinen Batterie von 4,5 Volt Spannung oder aus der elektrischen Hausanlage unter Vorschaltung eines entsprechenden Widerstandes.

Was ich bis jetzt sagte, galt für die unokularen Lupen, sie werden mit einem Stil, durch den auch die elektrische Leitungsschnur geführt wird, in Tätigkeit gesetzt. Natürlich kann man sie auch auf einem einfachen Stativ befestigen, um beide Hände frei zu haben.

Das Doppelfernrohr mit den vorgeschalteten Linsen erfüllt nun vollkommen die Wünsche, die man schon lange in bezug auf binokulare Lupen hatte, auch hier wird das 3fache oder das 6fache Fernrohr verwendet, die Vergrößerung geht bis auf



Abb. 156. Binokulare Fernrohrlupe mit Beleuchtungseinrichtung am Stirnreifen im Gebrauch.

3,75 bzw. 7,5, man hat dabei ein Gesichtsfeld von 47 bzw. 22 mm und bei beiden einen Abstand von 19 cm, die dazwischenliegende 4fache Vergrößerung hat einen Abstand von 35 cm. Ganz besonders sind diese Lupen für die Beobachtung biologischer Vorgänge in der Insektenwelt geeignet, natürlich die 7,5fache auch hervorragend für die Präparation kleiner Insekten, man benutzt sie da am besten auf einem Stativ oder an einem Stirnbande.

Niedere Tiere.

Die Konservierung der niederen Tiere, wozu ich hier auch Arachnoiden, Myriapoden und Krustazeen rechne, ist durchweg die gleiche, nämlich die in Flüssigkeiten. Vor allem trocknen Aufbewahren möchte ich warnen. Besonders Krebse und Echinodermen werden noch immer recht häufig trocken, d. h. einfach getrocknet, aufbewahrt. Die Farbe geht dabei unter allen Umständen viel schneller verloren als bei der Konservierung in Flüssigkeiten, und Krebse bilden binnen kurzer Zeit nur noch einen Trümmerhaufen. Dasselbe kann man von Echinodermen sagen, wie häufig sieht man in den Sammlungen die trocknen, ihrer Stacheln beraubten Seeigel und die verschrumpften gelbbraunen Seesterne, man präpariere sie für Aufstellung in Flüssigkeit und man wird die Form stets, die Farbe viel länger erhalten. Wie bei Wirbeltieren und Insekten sind natürlich hier auch trockene Skelettpräparate zu empfehlen.

Alle weichen skelettlosen Tiere wird man, wenn es sich um Schaupräparate handelt, in der von Melnikow-Raswedenkow angegebenen Flüssigkeit konservieren, hauptsächlich wird das zu raten sein, wenn es sich um Parasiten aus der Wurmreihe handelt, die man zusammen mit ihrem natürlichen Aufenthaltsort, nämlich dem von ihnen bewohnten Organ zur Anschauung bringen will. Die zarten Seetiere aus der Klasse der Würmer und Zölenteraten bezieht man am besten von den biologischen Instituten, die sind auf solche Präparation besonders eingerichtet, und es hieße, Zeit, Geld und Material verschwenden, wenn man da konkurrieren wollte.

Ich habe in diesen Blättern eine, wie ich es auch beabsichtigte, allgemeine Übersicht über die Konservierung und das Aufstellen der Tiere in Schau- und wissenschaftlichen Sammlungen gegeben. Es soll das einen Anhalt bieten und kein Lehrbuch sein. Ein solches zu schreiben, wäre eine sehr große Aufgabe, deren Erfolge recht zweifelhaft bleiben würden, denn alle Handfertigkeiten müssen praktisch erlernt werden, und Bücher können dabei nur als Anhalt dienen. Viel mehr als Hunderte von gedruckten Seiten tut eine kurze praktische Unter-

richtsstunde, und daher möchte ich jedem, der selbst zu präparieren beabsichtigt, raten, sich nach der Lektüre noch die Handhabungen von einem guten Präparator zeigen zu lassen.

Meine Abbildungen sind sämtlich eigene Originalaufnahmen nach Präparaten des Dresdener Museums, das sich zweier trefflicher, künstlerisch begabter Präparatoren erfreut und das in musealen Einrichtungen stets an erster Stelle stand.

Literaturverzeichnis.

Browne, Montagu, Artistic and Scientific Taxidermy and Modelling. London 1896.

Kiesenwetter, H. v. und Reibisch, Th., Der Naturaliensammler. Leipzig 1876. (Populär, hauptsächlich Insekten, Konchylien.)

Leonhardt, E. E. und Schwarze, K., Das Sammeln, Erhalten und Aufstellen der Tiere. Neudamm 1909.

Martin, P. L., Die Praxis der Naturgeschichte (Taxidermie, Dermoplastik, Museologie). Weimar 1869—1870.

Meyer, A. B., Bericht über einige neue Einrichtungen des Zool. und Anthropol.-Ethnogr. Museums zu Dresden. 26 Taf. Abt. Ber. Mus. Dresden 1887 I, 1894 I.

Rowley, J., The Art of Taxidermy. New York 1898.

Nachtrag.

Das Präparat Abb. 153 ist so gewonnen, daß eine Perle in Buchsbaumholz eingeleimt und dann mit diesem zusammen abgeschliffen wurde.

Die Haltung lebender Tiere.

Von Dr. F. Urban, Professor an der Staatsoberrealschule in Plan (Böhmen).

Seitdem man sich mit der Frage nach Verwendung lebender Objekte im biologischen Unterrichte beschäftigt, wird in der Literatur immer wieder auf die große didaktische Bedeutung hingewiesen, die gerade lebenden Tieren als Lehrmittel zukommt, und übereinstimmend festgestellt, daß ihre Benutzung meist nur so durchführbar ist, daß die in Betracht kommenden Formen wenigstens so lange gefangen gehalten und gepflegt werden, als man sie im Unterrichte braucht; damit ist aber auch gesagt, daß alle hiezu notwendigen Utensilien zum Inventar des biologischen Laboratoriums zu gehören haben. Sieht man sich jedoch nach Literatur über die Art der Realisierung dieser ganz selbstverständlichen Forderung um, macht man die merkwürdige Entdeckung, daß zwischen Theorie und Praxis ein geradezu beschämendes Mißverhältnis besteht. Immer noch spielen im zoologischen Unterrichte das Stopf- und Spirituspräparat, die Wandtafeln die erste Rolle. Und warum? Weil die meisten Lehrer auch nicht über die primitivsten Kenntnisse bezüglich Tierhaltung und -pflege und über die notwendigsten Behelfe verfügen. Daß dafür nicht sie, sondern die Hochschule verantwortlich ist, die es immer noch versäumt, den Lehramtskandidaten mit den lebenden Objekten in innigere Beziehung zu bringen, ist klar; Pflicht des einzelnen wäre es aber, diese Lücke auszufüllen.

Wir brauchen das lebende Tier, um im Unterrichte von ihm ausgehen zu können. Hätte es aber damit schon seinen Zweck erfüllt, würden wir dem Schüler gegenüber denselben Fehler begehen, dessen wir eben die Hochschule geziehen haben. Um das Tier und seine Lebensgewohnheiten kennen zu lernen, um es zu verstehen, dazu genügt die kurze Spanne Zeit während des Unterrichts auch nicht entfernt. Der Schüler muß schon vor-, aber auch nachher Gelegenheit haben, es zu beobachten. Damit ist aber gesagt, daß wir dem Tier Lebensbedingungen zu schaffen haben, die ihm die Gefangenschaft sozusagen vergessen machen, denn nur dann wird es dem Beobachter möglich sein, ein der Wirklichkeit entsprechendes Bild der Lebensweise und der Lebensgewohnheiten zu gewinnen. Manche Tiere sind ja nun hinsichtlich Wartung und Pflege so außerordentlich anspruchslos, daß ihnen hiezu eine Realisierung der elementarsten Lebensbedingungen genügt. Andere aber zeigen bei längerer Gefangenschaft alle Zeichen des Wohlbefindens und schreiten namentlich nur dann zur Fortpflanzung, wenn man ihnen den natürlichen Aufenthaltsort möglichst ersetzt, wenn man kurz gesagt dem Rechnung trägt, daß die Tiere ebenso wie die Pflanzen Milieuwesen sind.

Es hat als eine Hauptaufgabe des biologischen Unterrichtes zu gelten, dem Schüler das Verständnis des Ineinandergreifens tierischen und pflanzlichen Lebens zu erschließen, wozu das genauere Studium einzelner Biozönosen das wertvollste Material liefert. Liegt es da nun nicht nahe, eine oder die andere Lebensgemeinschaft sozusagen auf synthetischem Wege zu versinnlichen, indem wir einen oder den andern heimischen Lebensbezirk der Hauptsache nach rekonstruieren, also aus Boden, Pflanzen und Tieren künstlich eine Einheit schaffen? Daß so gehaltene Tiere dem Beobachter und Pfleger ihre intimsten Geheimnisse preisgeben und Ein-

blicke in ihr Leben gestatten, wie dies im Freiland nie und nimmer möglich, ist leicht verständlich; sie bilden mit der zu ihnen gehörigen Pflanzenwelt für Lehrer und Schüler eine schier unerschöpfliche Quelle des Studiums und der Anregung. Daß der Schüler durch den Umgang mit den Tieren, namentlich wenn er, wie das ja sein soll, zur Pflege mit herangezogen wird, ein Freund der Tiere und zur Selbstbetätigung angeregt wird, daß Naturliebe und Verständnis besonders für die heimische Lebewelt in ihm geweckt und gefördert werden, ist leicht verständlich.

Wir können also für die Haltung von Tieren zwei Möglichkeiten unterscheiden. Entweder weisen wir ihnen einen entsprechend großen Behälter mit einer Einrichtung an, die zwar den wichtigsten Bedürfnissen des Tieres entspricht, aber nicht darüber hinausgeht, oder wir vereinigen in einem Behälter Organismen in möglichst natürlicher Umgebung und Vergesellschaftung unter möglichst natürlichen Bedingungen. Im ersten Falle wollen wir von einem Käfig, im zweiten von einem Vivarium sprechen; zwischen Käfig und Vivarium gibt es natürlich alle Übergänge. Aus naheliegenden Gründen sind wir nur in einem oder dem anderen Falle imstande, die Natur nahezu getreu zu kopieren, einen Lebensbezirk wirklich und ausschließlich in seinen Hauptkomponenten darzustellen, also ein Vivarium im engsten Sinne des Wortes zu schaffen. In den meisten Fällen müssen wir den Begriff des Vivariums etwas weiter fassen, indem wir die Tiere in einer Umgebung und Vergesellschaftung halten, die keine biologische Unmöglichkeit bedeuten. Der Käfige können wir auch aus dem Grunde nicht entbehren, weil für die Haltung vieler Tiere, namentlich kleiner Säuger und der Vögel in geschlossenen Räumen nur sie in Betracht kommen.

Ich habe bisher eigentlich nur von den Tieren gesprochen. Damit soll aber keineswegs gesagt sein, daß die Pflanzen eine minderwertigere Rolle spielen; denn ich stelle mich nicht auf jenen Standpunkt, wonach die Pflanzen nur Mittel zum Zweck oder gar bloß Staffage seien, sie gehören zum Begriff des Vivariums und müssen sich ebenso zum Ganzen fügen wie die Tiere.

Ich will es im folgenden unternehmen, eine Anleitung zur Haltung von lebenden Tieren, namentlich in Vivarien, zu geben. Ich stütze mich dabei vor allem auf eine fast zehnjährige Erfahrung. Ich habe als vollständiger Autodidakt begonnen, sozusagen aus der auf rein theoretischen Überlegungen basierenden Überzeugung heraus, daß ein Vivarium ein ideales Lehrmittel sein müßte, ohne eine Ahnung zu haben, daß schon damals die Vivarienliebhaberei namentlich in Deutschland eine sehr weite Verbreitung besaß und es Literatur genug gab, woraus ich mir hätte Rats erholen können. Natürlich habe ich alle nur möglichen Enttäuschungen und Mißerfolge durchgemacht, die ja keinem, auch wenn er noch so gut beraten ist, ganz erspart bleiben. Heute verfüge ich über eine große Zahl von Vivarien, die alle im Dienste des Unterrichtes stehen und die mir so unentbehrlich geworden sind, daß ich ohne sie nicht unterrichten könnte. In zweiter Linie habe ich soweit als möglich die namentlich in den Liebhaberzeitschriften niedergelegte Literatur berücksichtigt. Ich muß aber einschränkend bemerken, daß meine Darstellung, wenn sie auch darauf hinausgeht, alles Wichtige wenigstens zu berühren, des beschränkten Raumes halber doch keineswegs gründlich und umfassend sein kann. Ich habe mich vielmehr dem Zwecke des Buches entsprechend darauf beschränken müssen, die prinzipiellen Fragen zu erörtern, um dadurch dem Unerfahrenen, dem Anfänger, für den ich ja in erster Linie schreibe, über die größten Schwierigkeiten und die gefährlichsten Klippen hinwegzuhelfen; es tritt daher die technische Seite der in Betracht kommenden Materie stark in den Vordergrund und es blieb mir kein Raum für eingehendere biologische und didaktische Erörterungen, es war mir auch eine Behandlung einzelner Tier- und Pflanzenarten nur hie und da bei

schwer zu haltenden Formen möglich. Dies dürfte aber insofern kein Fehler sein, als ja die meisten meiner Leser naturwissenschaftlich so weit gebildet sind, daß sie sich jederzeit über Lebensweise und Aufenthaltsort der Tiere und Pflanzen unterrichten können, die sie zu pflegen beabsichtigen. In Fußnoten mache ich auf die wichtigste Literatur aufmerksam und muß auch da, ich möchte sagen notgedrungen, fast ausschließlich die Liebhaberliteratur, besonders die Zeitschriften, berücksichtigen, die namentlich in Deutschland, wo in jeder größeren Stadt mindestens ein Verein für Vivarienpflege existiert, leicht beschafft und eingesehen werden können. Endlich glaubte ich dem Anfänger einen Dienst zu erweisen, wenn ich auf nach meinen Erfahrungen empfehlenswerte Bezugsquellen aufmerksam mache; selbstverständlich soll damit nicht gesagt sein, daß dies die einzig guten sind. Über eventuelle schlechte Erfahrungen mit empfohlenen Firmen bitte ich mir Mitteilung zu machen.

Vivarien.[1])

Unter den Vivarien lassen sich nach dem Medium zwei Haupttypen unterscheiden, die durch alle Übergänge verbunden sind. Wo Wasserleben dargestellt wird, sprechen wir von Wasservivarien, wo Landleben, von Landvivarien.

1) In der wissenschaftlichen Literatur findet man nur sehr wenig größere Arbeiten, die sich mit der Technik der Vivarienhaltung beschäftigen. Als die zweifellos wichtigste und lesenswerteste nenne ich Przibram, H., Die biologische Versuchsanstalt in Wien. Zeitschr. f. biologische Technik und Methodik 1. Bd. 1909/10.

Zahlreiche oft sehr wichtige Angaben sind in den wissenschaftlichen Arbeiten besonders des letzten Jahrzehntes verstreut, namentlich im Archiv für Entwicklungsmechanik und in den physiologischen Zeitschriften.

Von einer eingehenden guten Behandlung der Vivarientechnik vom didaktischen Standpunkte aus ist mir überhaupt nichts bekannt. Auch kleinere Arbeiten gibt es nur recht wenige, die meist in Programmen vergraben sind. Eine sehr vollständige Zusammenstellung geben die beiden Aufsätze von Matzdorff, C., Die Verwendung von Aquarien und Terrarien im Schulunterricht. Natur u. Schule I. 1902, S. 350. Ders. Lebende Tiere. Monatshefte für den naturw. Unterricht V. (1912) S. 88.

Eine sehr wichtige und dabei leicht zugängliche Literaturquelle sind die für den Liebhaber geschriebenen Bücher und Zeitschriften. Unter den ersteren gibt es wohl solche, die das ganze Gebiet der Vivarienkunde umfassen; besonders empfehlen kann ich keines. Dagegen verweise ich auf eine Sammlung von Einzeldarstellungen der verschiedenen Kapitel der Vivarienkunde, die den großen Vorteil besitzt, daß die sehr billigen Bändchen einzeln käuflich sind und sich jedermann das wählen kann, was ihn interessiert. Es ist dies „Bibliothek für Aquarien- und Terrarienkunde". Verlag Gustav Wenzel & Sohn, Braunschweig (Scharrnstr. 6). Abkürzung Bibl. Es sind bis jetzt 36 Hefte zu 0.40 bzw. 0.50 ℳ erschienen; man verlange einen Prospekt.

Von großem Nutzen und für jeden, der Vivarien hält, unbedingt zu empfehlen, ist das Studium der Zeitschriften. Zur Charakteristik ihres Inhaltes diene folgendes. 1. Gibt es bedeutend mehr Aquarienfreunde als Terrarienliebhaber; daher überwiegen Artikel für die ersteren. 2. Pflegt das Gros der Liebhaber Exoten, die einen Fische, die andern Reptilien, hie und da auch Amphibien. Daher werden die einheimischen Tiere, besonders die niederen Formen, desgleichen die Pflanzenwelt vernachlässigt. Allerdings will ich nicht verschweigen, daß es in den letzten Jahren besser geworden ist, daß es Vivarienfreunde genug gibt, die gewisse Auswüchse der heutigen Liebhaberei auf das schärfste verurteilen und sich für die Pflege der einheimischen und niederen Tierwelt einsetzen. 3. Ist für die große Mehrzahl die Zucht der fremdländischen Fische das Um und Auf der Liebhaberei. Dieser Zeitströmung müssen natürlich die Zeitschriften Rechnung tragen, falls sie gelesen werden wollen. Wenn sie also auch vieles enthalten, was für uns wertlos ist, auch manche Aufsätze, die besser ungeschrieben geblieben wären, so sind sie doch eine Quelle der Anregung und, wenn ich so sagen darf, der Weiterbildung. Namentlich in den Vereinsberichten findet man neben vieler Spreu die wertvollsten Körnlein. Es gibt derzeit zwei Zeitschriften, die das ganze Gebiet der Vivarienkunde pflegen, wovon ich die erstgenannte ganz besonders empfehlen möchte:

Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, herausgegeben von Dr. W. Wolterstorff (Magdeburg), Verlag J. E. Wegner, Stuttgart (Immenhoferstr. 40), dz. (1913) XXIV. Jahrg. Erscheint wöchentlich; im

Wasservivarien.[1])

Wir unterscheiden Süß- und See(Meer)wasservivarien. Wenngleich für die Praxis vielfach nur die erstgenannten in Betracht kommen werden, muß ich doch auch die Technik der Seewasservivarien wenigstens in großen Zügen behandeln, da ihre Einrichtung und Verwendung im Unterrichte wärmstens empfohlen werden muß und nicht mehr zu den Unmöglichkeiten gehört.

Süßwasservivarien.[2])

Betrachten wir das Süßwasservivarium oder Aquarium[3]) eines Liebhabers, so stellt es auf den ersten Blick einen Ausschnitt aus einem unserer Teiche oder Tümpel dar, indem wir uns sozusagen ein Stück des Bodens mit allem, was sich darin und darüber befindet, losgelöst und in einen Behälter gesetzt denken. Tatsächlich ist es aber eine in sich geschlossene, kleine Welt, ein Miniaturteich, ein „See im Glase" mit einem Stoffkreislauf, der dem des natürlichen Wasserbeckens im wesentlichen entspricht und der Hauptsache nach in der Wechselbeziehung zwischen Pflanze und Tier, oder, wie man auch allgemeiner sagt, im biologischen Gleichgewichte begründet ist. Da von seiner Schaffung und Erhaltung das Wohl und Wehe des Aquariums abhängt, dies aber um so schwieriger ist, je kleiner das Behältervolumen und namentlich je mehr sich das natürliche numerische Verhältnis zwischen Pflanze und Tier zugunsten des letzteren verschiebt, liegt die Notwendigkeit der Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln auf der Hand, die bei der Einrichtung und Instandhaltung beachtet werden müssen.

Diesen Typus der Süßwasservivarien, worin also der Atmungssauerstoff für die Tiere fast ausschließlich von den Pflanzen geliefert wird, bezeichne ich im folgenden als bepflanztes Aquarium. Wir können nach der Anordnung des Bodengrundes drei Arten unterscheiden. Beim uferlosen Aquarium (Abb. 166) nimmt der Bodengrund nur etwa $1/8$ der Behälterhöhe in Anspruch, der weitaus größte Teil der Wände wird also vom Wasser bespült. Bei der zweiten Art, dem Uferaquarium (Riparium) (Abb. 164, 165) steigt der Boden an einer, zwei oder drei Seiten bis an[4]) die Wasseroberfläche. Zwischen diesen beiden Formen vermittelt in gewissem Sinne das Tümpel- oder Sumpfaquarium (Paludarium) (Abb. 169), das einen im Verhältnis zur Mächtigkeit des Bodengrundes niedrigen Wasserstand besitzt.

Buchhandel ganzjährig 8 M. Abkürzung Bl. Berücksichtigt die wissenschaftliche und biologische Seite der einschlägigen Fragen und führt „Das Schulvivarium" als ständige Rubrik.

Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde, herausgegeben von Chr. Brüning (Hamburg), Verlag Gustav Wenzel & Sohn, Braunschweig (Scharrnstr. 6), dz. X. Jahrg. Erscheint wöchentlich, im Buchhandel ganzjährig 5.40 M. Abkürzung W. Führt für Terrarienliebhaber eine ständige Rubrik, (früher Beilage) „Lacerta" (Abk. La.). Ist mehr auf den Liebhaberstandpunkt abgestimmt, enthält aber gerade deshalb für den Anfänger wichtige Aufsätze.

1) Schmidt, E. W., Das Aquarium. Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt", 335. Leipzig, Verlag B. G. Teubner. 1.25 M. Berndt, W., Das Süß- und Seewasseraquarium, Sammlung „Der Naturforscher". Leipzig, Th. Thomas. 3.75 M. Beide Bücher, namentlich das letztere, berücksichtigen vorwiegend die Biologie der Wasservivarienbewohner. Urban, F., Zur Praxis der Schulvivarien. Zeitschr. f. Lehrmittelwesen und pädagog. Literatur 1911.

2) Peter, J., Das Aquarium. 2. Aufl. Univ.-Bibl. 3955. 20 Pf. Stansch, K., Das Süßwasseraquarium, seine Einrichtung und Bepflanzung. Bibl. Heft 1.

3) Aquarium wird im gewöhnlichen Sprachgebrauche jedes Wasservivarium genannt; man spricht von Süß- u. Seewasseraquarien. Ganz allgemein bezeichnet man aber auch jeden Behälter so, der zur Haltung von Wasserorganismen dient.

4) Streng genommen ist also die Bezeichnung nicht ganz gerechtfertigt.

Während die Vegetation der uferlosen Aquarien vorwiegend aus Unterwasserpflanzen besteht, setzt sie sich in den typischen Sumpfaquarien ausschließlich aus Überwasser- oder Sumpfpflanzen zusammen. Die Uferaquarien versinnbildlichen naturgemäß den Übergang von der Unterwasser- zur Überwasserflora, wie wir ihn an jedem flachen Teichufer feststellen können. Vom Uferaquarium ist nur ein Schritt zum Aquaterrarium, wovon später die Rede sein wird.

Den zweiten Typus der Süßwasservivarien stellen die durchströmten Aquarien dar; sie dienen dem Studium des Lebens im fließenden Wasser. Wegen des großen Wasserverbrauches und der Überschwemmungsgefahr wird es vielfach nicht tunlich sein, das Wasser so rasch durch einen Behälter fließen zu lassen, wie es in einem Bache oder Flusse der Fall ist, es genügt eine langsamere Strömung vollkommen.

a) Bepflanzte Aquarien.

Lautet der erste Grundsatz für die Einrichtung von Vivarien: Kopiere die Natur soweit als möglich, so können wir den zweiten, nicht minder wichtigen, der ganz besonders für die Einrichtung von bepflanzten Aquarien gilt, etwa so formulieren: Bevor du an die Einrichtung eines Vivariums gehst, mußt du dir völlig klar sein, was du darin halten willst, und dich fragen, ob du einen zur Aufstellung günstigen Platz zur Verfügung hast. Wenn dies der Fall ist, lege dir alle Details der Einrichtung im vorhinein zurecht und beginne nicht früher, als bis du alles, was du benötigst, bereitgestellt hast.

Für die Einrichtung eines Aquariums brauchen wir einen günstigen Standort, einen Behälter, Bodengrund, dann Pflanzen und endlich Tiere. Aus praktischen Gründen behandeln wir zuerst die Behälter.

Ein jeder Behälter, der für ein Wasservivarium verwendbar sein soll, muß absolut dicht sein, das Licht möglichst ungeschwächt eintreten lassen, eine große Berührungsfläche zwischen Wasser und Luft gestatten, und wenn es, wie wir dies ja immer voraussetzen, didaktischen Zwecken dienen soll, eine allseitige, leichte, unverzerrte Beobachtung erlauben. Diesen Anforderungen genügt nur ein vierseitiger, prismatischer Behälter, der ganz oder größtenteils aus Glas besteht, wie dies bei den Vollglas- und Gestellaquarien der Fall ist.

Die Vollglasaquarien bestehen vollständig aus Glas und kommen für uns in zwei Typen in Betracht. Der erste umfaßt außerordentlich starkwandige Gefäße mit abgerundeten und mit verschieden gestalteten Simsen versehenen Rändern, deren Glas infolge der Dicke stark grünlich gefärbt ist (Abb. 169). Die Behälter des zweiten Typs sind dünnwandiger, die freien Ränder geschliffen. Je nach der Qualität des Glases unterscheide ich davon zwei Arten: Entweder ist es grünlich und fehlerhaft (Akkumulatorenglas)[1]) oder reinweiß und fehlerfrei.[2]) Die vierseitigen prismatischen Formen dieser zweiten Art der Vollglasaquarien entsprechen am vollkommensten den oben gestellten Anforderungen und kommen daher als Wasservivarienbehälter in erster Linie in Betracht. Sie sind für die weiteren Erörterungen „die Vollglasaquarien" schlechtweg[3]).

---

1) Die Akkumulatorengläser können als Reservebehälter, für Kulturen von Algen, höheren Pflanzen und Mikroorganismen, für Experimente u. a. Verwendung finden, denn die Beobachtungsmöglichkeit ist doch noch recht gut.

Die vierseitigen Formen des ersten Typs werden in Größen von 1—3 hl (88—125 K), die zylindrischen Formen sogar von 12 l bis 7 hl (4—161 K) hergestellt. Sie eignen sich besonders für große Fische. Sie sind zwar sehr teuer, aber fast unzerbrechlich. Czeika & Pokorny, Wien II., Taborstraße 20.

2) Hat man reinweiße Vollglasaquarien bestellt, weise man gefärbte unbedingt zurück. Absolute Fehlerfreiheit ist aber nicht möglich. Ein oder das andere Bläschen in irgendeinem Winkel schadet nicht, man achte nur darauf, daß keine großen Blasen im Mittelteil der Längsscheiben vorhanden sind.

3) Ich bezog solche Behälter bisher nur aus Deutschland und kann von verschiedenen Firmen R. Wald-

Den unleugbaren Vorteilen stehen auch Nachteile gegenüber. Der wichtigste liegt wohl in der Gefahr des Springens. Man muß mit Vollglasaquarien sehr behutsam umgehen. Bildet sich in den unteren Partien ein auch nur kleiner Sprung, so ist kaum mehr viel zu retten. Wenn auch der Behälter vielleicht noch dichtet oder gedichtet werden kann, so ist man doch nie sicher, ob er nicht im nächsten Augenblick völlig zerfällt. Deshalb gebrauche man ein solches Becken nicht weiter als Aquarium, sondern verwende es nach entsprechender Sicherung in anderer Weise, als kleines Terrarium (Abb. 181 links oben, Abb. 186), zur Mehlwurmzucht od. ä. Ich will nun aber nicht sagen, daß die Vollglasaquarien leicht zerspringen, im Gegenteil! Die meisten halten recht lange aus, wenn man die nötige Vorsicht walten läßt. Vor allem achte man darauf, daß der Boden nicht geritzt wird, etwa durch ein Sandkörnchen. Es gibt fast immer Spannungen im Glase, die dadurch ausgelöst werden können; genügt doch hiezu nachgewiesenermaßen schon die durch Zugluft erzeugte Abkühlung. Man soll daher ein Vollglasaquarium niemals, auch nicht leer, direkt auf eine harte Unterlage stellen, sondern immer auf etwas Weiches, am besten eine Filz- oder Torfplatte (Abb. 166). Eine weitere Vorsichtsmaßregel geht dahin, solche Behälter nicht zu groß zu wählen. Sie werden bis zu 80 l hergestellt, man gehe aber keinesfalls über 40 l hinaus. Die Bedingung der Planparallelität der Wände ist nicht vollkommen erfüllt. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man schief ins Aquarium blickt oder eine photographische Aufnahme des Innern macht.

Alle diese Nachteile, wozu auch keine anderen kommen, fehlen den Gestellaquarien[1]), sie sind in jeder Hinsicht die Idealaquarien.

Das Gestellaquarium besteht aus zwei Teilen: Einem Gestell, am zweckmäßigsten aus Winkeleisen[2]), dessen Boden eine auf den Bodenrahmen genietete Zink(verzinkte Eisen-)blechplatte bildet, und vier Glasscheiben, die in die Seitenrahmen eingekittet sind (Abb. 157). Die Gestellaquarien sind unbegrenzt halt- und verwendbar. Bricht aus irgendeinem Grund eine Scheibe, so wird eine neue dafür eingesetzt. So einfach die Herstellung[3]) eines eisernen Aquariumgestelles ist und jeder Schlosser sie eigentlich sollte übernehmen können, so empfiehlt es sich doch im allgemeinen nicht, einen diesbezüglichen Versuch zu machen. Es gehören dazu gewisse Maschinen, Werkzeuge, Handgriffe, die dem darauf nicht Eingerichteten fehlen. Ich habe in dieser Richtung schlechte Erfahrungen gemacht; die Gestelle waren nicht tadellos gearbeitet und ebenso teuer wie die von auswärts bezogenen. Die Stärke des Eisens hängt natürlich ebenso von der Größe des Behälters ab wie die Stärke des Glases. Auch für den Fall,

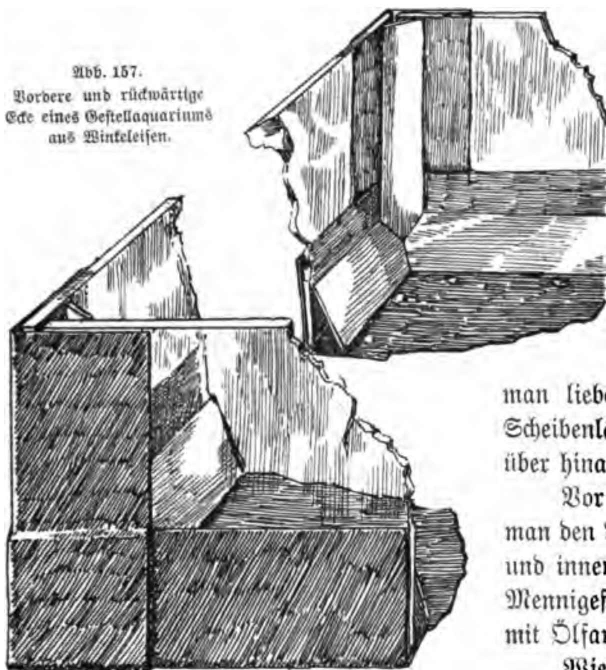
---

mann, Leipzig, Dufourstr. 31 empfehlen. In Österreich sind die Vollglasaquarien viel teuerer und von minderer Qualität. Es kostet ein Behälter von 32 × 20 × 20 dort ca. 2.60 ℳ, hier 7 K.

1) Gestellaquarien sind am Orte ihrer Fabrikation wesentlich teurer als Vollglasaquarien. Wegen ihrer Zerbrechlichkeit müssen aber letztere für den Transport außerordentlich gut in feste Kisten verpackt werden; Packung und Fracht verdoppeln aber den Preis. Die Gestellaquarien werden von reellen Firmen nie als solche versandt, da sie fast immer undicht werden. Man lasse sich daher unbedingt Gestell und Scheiben getrennt schicken. Da ersteres für den Transport nur in Latten eingeschlagen wird, ist die Fracht sehr billig. Kauft man die Glasplatten im Wohnorte, was das vernünftigste ist, und läßt sie sich einkitten oder kittet sie gar selbst ein, so kommt das Gestellaquarium nicht teuerer wie ein gleich großes Vollglasaquarium.

2) Eine ausgezeichnete Bezugsquelle für schmiedeeiserne Aquariengestelle und -tische, die ich allerwärmstens empfehlen kann, ist Kunstschlosserei Wilhelm Frank, Speyer a. Rh., Gutenbergstraße 9. Es kostet ein einfaches Gestell 60×40×45 5.50 ℳ, 100×55×55 11 ℳ.

3) Bezüglich Anleitung zur Selbstherstellung s. Grohmann, J., Aquariumgestell aus Eisen. W. 1909, S. 283. Schneider, F., Aquariengestelle aus Eisen. W. 1909, S. 342. Potempa, A., Aquariengestelle aus Winkeleisen. W. 1910, S. 207. Brandt im Vereinsberichte des biologischen Vereins Leipzig. Bl. 1912, S. 161.


Abb. 157. Vordere und rückwärtige Ecke eines Gestellaquariums aus Winkeleisen.

daß man die Scheiben anderswo kauft als das Gestell und sie selbst einkittet oder einkitten läßt, erkundige man sich immer bei der Firma, welche das Gestell lieferte, wie dick man die Scheiben wählen soll. Bei den Winkeleisenaquarien, die sich ja sehr wenig durchbiegen, ist zwar die Gefahr des Zerspringens weitaus geringer wie bei den weiter unten zu nennenden Blechaquarien, aber wenn Zweifel bestehen, wähle man lieber das stärkere Glas. Bis zu einer Scheibenlänge von 40 cm genügt Doppelglas, darüber hinaus nehme man jedenfalls Spiegelglas.

Vor dem Einkitten der Scheiben streiche man den Aquariumboden und das Gestell außen und innen, namentlich den Boden, zweimal mit Mennigefirnis, nach dem Trocknen das Gestell mit Ölfarbe.

Wie die Scheiben einzuschneiden und einzukitten sind, zeigt Abb. 157. Als Kitt (er ist nicht dargestellt) verwende man keinesfalls gewöhnlichen Glaserkitt, sondern ein inniges, gut durchgeknetetes Gemenge besten Glaserkittes mit Mennige (giftig!), sogenannten Mennige- oder Miniumkitt und spare damit ja nicht. Die Scheiben — konvexe Fläche nach außen — müssen allseits aufliegen und gleichmäßig stark angedrückt werden. Auf die inneren Seiten sowohl als auf die Basiskanten werden Fensterglasstreifen (Abb. 157) aufgekittet, um eine Berührung zwischen Wasser und Kitt nach Möglichkeit zu verhindern. Viele Autoren empfehlen für größere Behälter auf den Boden eine Rohglas- oder Schieferplatte zu kitten; ich halte dies für unnötig, wenn der Boden gut gestützt wird und der Behälter an seinem Platze bleibt. Den aus den Fugen quellenden Kitt beläßt man noch einige Tage, bis die Scheiben ihre definitive Lage angenommen haben, und entfernt ihn dann mit einem scharfen Messer. Sollte nach dem Auffüllen hier und dort Wasser tropfenweise austreten, so hat das zunächst nichts zu sagen. Leckt aber der Behälter nach 24 Stunden noch und läßt es sich durch vorsichtiges Drücken von außen nicht beheben, so kann man die schadhafte Stelle mittels Kitt von außen oder innen her auszubessern suchen; fruchtet auch das nichts, so muß die Scheibe wieder herausgenommen und sorgfältiger eingekittet werden. Dichtet der Behälter, so bleibt er drei bis vier Tage mit Wasser gefüllt stehen; dann zieht man das Wasser mittels eines Kautschukschlauches ab[1]) und bestreicht die Kittflächen nach dem Trocknen zwei- bis dreimal möglichst dünn mit einer alkoholischen Schellacklösung (1:4) oder, da sich diese leicht abblättert, mit einer warmen Mischung von Schusterpech und Wachs.

Nun kann an die Einrichtung gegangen werden (s. S. 278).

Sehr verbreitet sind Gestelle aus Zinkblech[2]), verzinktem Eisenblech (Abb. 160) oder Weiß-

1) Größere Behälter sollen nicht länger leer stehen als nötig, da sonst Gefahr besteht, daß die Scheiben zurückgehen.

2) Bezüglich Selbstherstellung s. Potempa, A., Aquariengestelle aus Blech. W. 1910, S. 191.

blech[1]), seltener aus Holz[2]) oder anderen Materialien. Die Blechgestelle können, solange sie nicht zu groß sind (bis 50 l), empfohlen werden (Abb. 160), nur wähle man aus dem obenerwähnten Grunde nicht zu schwaches Glas. Das Einkitten ist schwieriger, da die Scheiben in Nuten liegen.

Eingerichtete größere Gestellaquarien sollen nicht von ihrem Platze weggehoben werden. Sieht man die Möglichkeit voraus, den Standort wechseln zu müssen, so stelle man den Behälter von vornherein auf ein entsprechend starkes Brett.

Zur längeren Haltung und Beobachtung der kleineren Tierwelt, namentlich von Wasserinsekten und deren Larven, Krustazeen, zur Isolierung der Räuber unter ihnen u. a. sind kleinere Gefäße ganz unentbehrlich. Wohl gibt es kaum etwas Natürlicheres als ein mit diesen Tieren bevölkertes Tümpel- oder Uferaquarium, jedoch dezimieren dort die Räuber die kleineren Formen zu rasch, als daß eine genauere und länger dauernde Beobachtung derselben möglich wäre. Es eignen sich hiezu kleine Vollglasaquarien (Abb. 161 oben) oder die sehr billigen Einmachegläser, deren zylindrische Form kaum stört, da sie sehr dünnwandig sind. Größere derartige Gläser lassen sich auch für Pflanzenkulturen[3]) recht gut verwenden und werden überhaupt dort eine große Rolle spielen, wo die Mittel knapp sind; für die ärmeren Schüler sind sie die einzig in Betracht kommenden Behälter.

Was die Dimensionen betrifft, so wähle man Behälter für bepflanzte Aquarien in der Fensterrichtung nicht zu breit und des Stoffaustausches halber auch nicht zu hoch; ein Verhältnis von Länge zur Breite zur Höhe von 4(5) : 3 : 3 dürfte im allgemeinen das Richtige sein. Für Pflanzen und Tiere, die seichten Wasserstand beanspruchen, wird man verhältnismäßig niedrige Behälter wählen.

Standort. Man könnte leicht glauben, daß der ideale Platz für ein bepflanztes Aquarium das Freiland, also ein Garten oder Hof sei. Aus verschiedenen Gründen, wovon später noch die Rede sein soll, ist dies aber nicht der Fall. Für uns kommen hauptsächlich geschlossene Räume und Korridore in Betracht. Da bepflanzte Süßwasseraquarien viel Licht und zwar vor allem Oberlicht brauchen, ist ein von oben belichteter Raum in erster Linie zu empfehlen. Falls beim Neubau eines Schulgebäudes auf eine Vivarienanlage Rücksicht genommen werden kann, so soll der hiezu in Aussicht genommene Raum entweder nach Art eines Ateliers angelegt oder ein eigener Anbau nach dem Gewächshaustypus geschaffen werden. Im ersteren Falle wäre, wenn der betreffende Raum hoch liegt, darauf zu achten, daß das Leitungswasser daselbst noch einen entsprechenden Druck besitzt.

Wir wollen aber nicht in Utopien schwelgen, sondern schön bescheiden jenen Fall als Grundlage für unsere Betrachtung annehmen, wo für das Erstlingsaquarium nur zwischen den Fenstern des Laboratoriums die Wahl freisteht; denn dahin würde ich es schon deshalb stellen und nicht auf den Korridor oder in ein Klassenzimmer, weil man es da fortwährend vor Augen hat und anfänglich manches mißglücken wird, was die Schüler nicht zu sehen brauchen.

Es ist nun nicht ganz gleichgültig, nach welcher Richtung dieses Fenster sieht. Am günstigsten ist die Ostseite. Das Aquarium steht dann auf einem Tische in einer Entfernung von 1—1,5 m vom äußeren Fenster, vorausgesetzt, daß es nicht Pflanzen enthält, die reichliches Oberlicht verlangen. In diesem Falle müßte es näher gerückt, bzw. auf das Fensterbrett gestellt, das Vorder- und Seitenlicht abgeblendet werden. Sehr günstig sind auch West- und Südlage, wenn

1) Bezüglich Selbstherstellung s. Stoffel, E., Aquariumbau. W. 1909, S. 491.

2) Bezüglich Selbstherstellung s. die ausgezeichnete Arbeit von Schreitmüller, W., und Haucke, O., Einiges über praktische Herstellung von Holzaquarien und -terrarien. W. 1909, S. 53, 81.

3) Köhler, W., Einfachste Behälter für Sumpfpflanzenkultur und Kleintierzucht. Bl. 1907, S. 317.

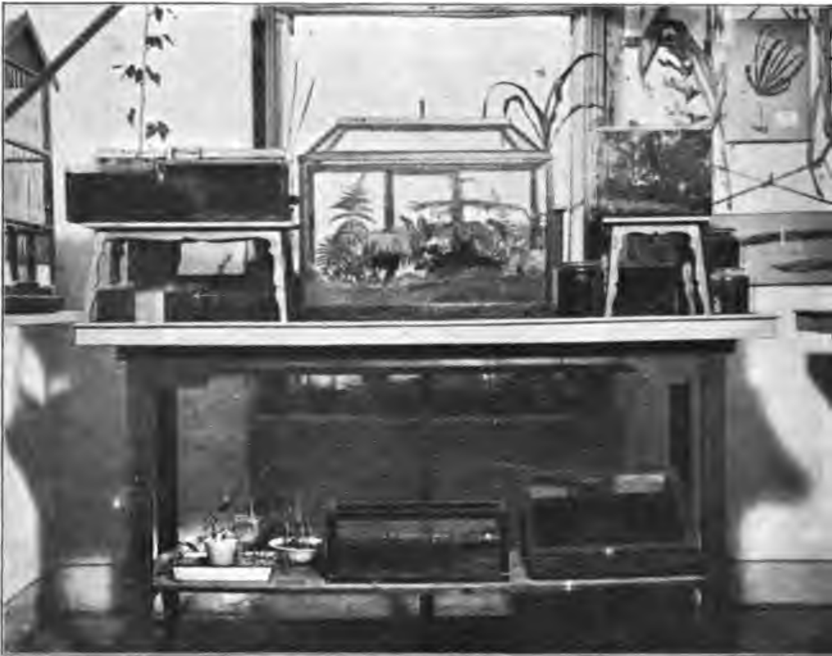


Abb. 158. Vivarientisch.

man den schädlichen Wirkungen allzu starker Belichtung und namentlich der damit verbundenen Erwärmung vorbeugt. Deshalb stelle man das Aquarium während des Sommers bis 2 m weit vom Fensterweg; ist dies nicht möglich, reguliert man durch Abblenden der Vorder(Fenster)seite durch Bekleben mit Papier, durch Vorhänge, Jalousien u. ä. Namentlich bei kleineren Becken ist Vorsicht geboten, da deren Wassertemperatur bei unbehinderter Sonnenbestrahlung 50° C erreichen kann; natürlich sind dann schon viel früher zum mindesten alle Tiere tot, weniger infolge der hohen Temperatur als des rasch eintretenden Sauerstoffmangels halber. Alteingerichtete Aquarien schützen sich gegen die Sonnenstrahlen sozusagen von selbst, indem sich an den Wänden namentlich der Lichtseite ein üppiger und dichter Grünalgenbelag bildet, den man während der Sommermonate nur an der Hinter(Zimmer)wand entfernt.



Abb. 159. Korridoraquarien.

Am relativ ungünstigsten ist das Nordfenster. Aber auch hier lassen sich sehr schöne Erfolge erzielen, wenn man die Aquarien direkt ins Fenster oder zum mindesten auf das Fensterbrett stellt und Pflanzen wählt, die an die Lichtintensität keine großen Ansprüche stellen; für mit Molchen besetzte Aquarien ist es der günstigste Platz.

Was die **Aufstellungsart** betrifft, so haben wir bereits von Tischen, worauf die Aquarien gestellt werden können, gesprochen. Dieselben sind entweder so hoch, daß das Aquarium sich in Fenster- (Abb. 181 rechts) oder Augenhöhe (Abb. 158) befindet. Bei einem Aquarium bleibt es aber nicht und soll es auch nicht blei-

ben. Es ist dann zweckmäßig, auf einem Tische so viele entsprechend gruppiert zu stellen, als die Fenstergröße zuläßt, wobei man ohne weiteres etwas über die eigentliche Fensterbreite hinausgehen kann, wenn der Tisch vom Fenster abgerückt steht. Solche Tische muß man sich eigens anfertigen lassen.[1]) Nun braucht man aber namentlich anfangs notwendiger Behälter und bei den beschränkten Mitteln, die da dem Lehrer gewöhnlich zur Verfügung stehen muß man sich eben anders behelfen; so hatte ich durch zwei Jahre zehn Aquarien auf entsprechend zusammengestellten und maskierten Kisten stehen. Schließlich aber muß man, namentlich wenn zu den Aquarien auch Terrarien hinzukommen und der Platz kostbar wird, sich doch wohl zur Anschaffung eigener Tische entschließen; Abb. 158 zeigt die bei uns in Verwendung stehenden. Besteht von vornherein die Absicht, eine größere Vivarienanlage zu schaffen, empfehle ich dringendst nur eiserne Tische und Regale zu benützen. Für große Gestellaquarien (Abb. 170) sind sie ohnehin das einzig mögliche, aber auch für die Aufstellung zahlreicher kleiner Becken bedeutet ein Gestell, wie es Abb. 160[2]) zeigt, das Ideal der Platz-, aber auch der Lichtausnützung vor einem günstig gelegenen Fenster.



Abb. 160. Aquariengestell mit Blechgestellaquarien.

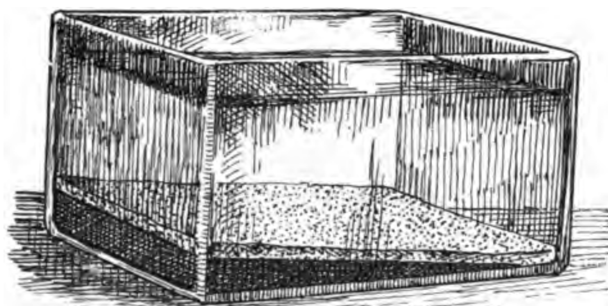
Um den Schülern die Besichtigung der Aquarien möglichst zu erleichtern, liegt es sehr nahe, sie in den Korridoren (Abb. 159, 161) oder Klassenzimmern aufzustellen. In beiden Fällen eignen sich hiezu wenigstens nach meinen Erfahrungen am besten die Räume zwischen den Doppelfenstern.

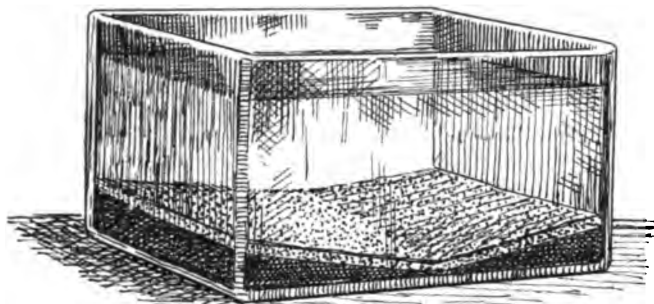
1) Ich empfehle sie mit Rollen versehen zu lassen, die bei größeren Tischen auf Schienen laufen. Dadurch hat man nicht nur die Möglichkeit, die Entfernung vom Fenster und damit die Lichtintensität regulieren zu können, sondern kann das Fenster für Stunden ganz freimachen (Arbeitsplatz für Schülerübungen).

2) Dem Besitzer Herrn Siegl (Prag) danke ich auch an dieser Stelle für die Erlaubnis, das Bild veröffentlichen zu dürfen.



Abb. 161. Korridoraquarien.


Abb. 162. Schema der Bodengrundverteilung.


Abb. 163. Schema der Bodengrundverteilung.

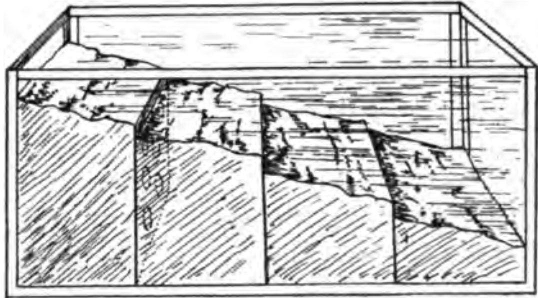
Ich verfüge außerdem noch über einen Vivariensaal, wohin die Schüler Zutritt haben und wo ich häufig unterrichte.

Bodengrund. Jedes Süßwasservivarium soll einen Bodengrund besitzen. Zusammensetzung und Entfernung seines Niveaus von der Wasseroberfläche werden in erster Linie durch die Vegetation bedingt. Besteht der Boden aus bloßem Sande, so kommen nur solche Pflanzen in Betracht, die ihre Nahrung ausschließlich dem Wasser entnehmen, also besonders in und auf dem Wasser schwimmende Pflanzen (Schwimmpflanzen), wie *Salvinia*, *Hydrocharis*, *Utricularia*, oder solche, die wie *Fontinalis antipyretica L.* festgewachsen sind, beziehungsweise wie *Ceratophyllum*-Arten sich bloß im Boden verankern. Hält man in einem Behälter mit Sandgrund Tiere, so bildet sich bald eine Detritusschicht, die sich auch teilweise mit den oberflächlichen Partien des Sandes vermischt und für bewurzelte Unterwasserpflanzen, die ihre Nahrung auch dem Wasser entnehmen, einen Nährboden abgibt. Solche Aquarien haben den großen Vorteil, rasch und ohne Schwierigkeiten eingerichtet werden zu können. Als Sand verwende man ziemlich feinkörnigen Bachsand, der gründlich in kleinen Portionen so lange gewaschen wird, bis das Wasser rein abläuft. Es ist dies eine der wichtigsten Regeln, deren Nichtbeachtung manchen Mißerfolg nach sich zieht. Um nur eines zu erwähnen, geht die bei dem Anfänger so häufig auftretende hartnäckige Wassertrübung fast immer auf diese Ursache zurück (s. S. 283, Anm. 1).

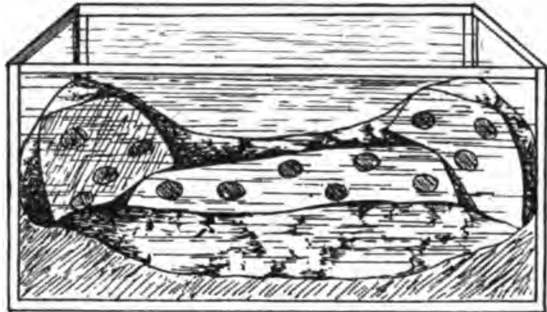
In der Regel besteht jedoch der Bodengrund zum großen Teil aus Erde, die den weitaus meisten bewurzelten Pflanzen als wichtiger und unentbehrlicher Nährboden dient. Es ist nun nicht möglich, hinsichtlich dieses Bodengrundes die Natur völlig zu kopieren, und wir haben hier einen der früher angedeuteten Fälle, wo große Vorsicht bei der Einrichtung am Platze ist. Bringt man z. B. Teichschlamm in einen Behälter, setzt die Pflanzen ein, füllt mit Wasser und besetzt mit Tieren, so wird man zunächst einmal in dem völlig trüben Wasser nichts von Tieren und Pflanzen sehen, meist verwandelt sich das Ganze in nicht allzulanger Zeit in eine stinkende Pfütze, worin Pflanzen und Tiere zugrunde gehen; Teichschlamm ist wegen der großen Menge faulender organischer Substanzen und namentlich schädlicher Keime kein geeigneter Bodengrund.

Um einen für alle Unterwasserpflanzen recht brauchbaren Bodengrund herzustellen, mischen wir leichtlehmige Wiesenerde (man hole sie im Frühjahre von den im Herbst aufgeworfenen Maulwurfshügeln) zu gleichen Teilen mit Sand und fein zerriebenem Torf (nicht dem käuflichen Torfmull). Das Gemenge wird so lange feucht geknetet, bis es völlig homogen ist, dann partienweise in den gereinigten Behälter gebracht und nun gut mit der flachen Hand angedrückt, um die Luft möglichst zu entfernen. Für den Anfänger empfiehlt es sich, den Boden-

grund gegen eine „Zimmerecke" (Abb. 162) oder von den beiden Seiten gegen die Mitte (Abb. 163) gleichmäßig schief abfallen zu lassen, was man sich im ersteren Falle dadurch erleichtert, daß man eine Schnur um das Aquarium spannt.


Abb. 164. Schema für die Einrichtung eines Uferaquariums.

Um der Erde etwaige lösliche, schädliche Substanzen zu entziehen, füllt man nun den Behälter sorgfältig mit Wasser. Es eignet sich hiezu jedes klare, geruchlose, nicht zu harte Wasser, am besten aus Teichen oder Flüssen, und ist es einer Stelle zu entnehmen, wo kein Kanal einmündet; in der Regel wird man wohl das Leitungswasser verwenden können.


Abb. 165. Schema für die Einrichtung eines Uferaquariums.

Das Füllen des Behälters ist eine Manipulation, die auch später, wenn das Aquarium bereits bepflanzt und der Boden mit Sand bedeckt ist, stets mit großer Vorsicht ausgeführt werden muß, um jede Trübung tunlichst zu vermeiden. Man legt an die tiefste Stelle ein Stück Papier, Glasplatte od. dgl., hält die Mündung eines langröhrigen Trichters[1]) dicht darüber und gießt nun ganz langsam Wasser so ein, daß der Strahl die Mitte der Glasplatte trifft. Bedeckt das Wasser die höchste Stelle des Bodens etwa dreifingerhoch, nimmt man die Platte heraus, hält sie oder die flache Hand in die Höhe des Wasserniveaus und kann nun den Rest rascher auffüllen. Das Wasser ist nach der ersten Füllung natürlich trotzdem trübe, besonders weil sich die Bodengrundteilchen, die an den Wänden kleben geblieben waren, ablösen. Das Wasser bleibt nun 24 Stunden im Behälter. Dann wird es mittels eines Kautschukschlauches (gehört zu den unentbehrlichsten Requisiten) abgehebert, wieder neu aufgefüllt, nach 24 Stunden dies nochmals wiederholt und nach weiteren 24 Stunden wieder entleert. Es ist nun dem Anfänger sehr zu empfehlen, die Erde, trotzdem dies eigentlich den natürlichen Verhältnissen widerspricht, mit einer ein- bis zweifingerhohen sehr gut gewaschenen Sandschicht zu bedecken (Abb. 162, 163, 166), denn größere Tiere, namentlich Grundfische, wühlen und trüben dadurch das Wasser. Nun kann das Aquarium bepflanzt werden (s. S. 282).

Bei Uferaquarien steigt der Bodengrund, wie schon erwähnt, an einer oder mehreren Stellen bis an die Wasseroberfläche. Wie dies durchgeführt werden kann, versinnlichen besser als jede Beschreibung die Abb. 164 und 165. Man wähle verhältnismäßig lange Behälter, sie wirken sonst wegen der großen Erdmassen, namentlich im ersten Falle, leicht plump. Die Erde wird von entsprechend gestellten durchlöcherten Schieferplatten gehalten, deren Öffnungen bei Abb. 164 der Kommunikation innerhalb der Erdschicht, bei Abb. 165 zum Einsetzen von Pflanzen dienen. Um die Schieferplatten im zweiten Falle zu maskieren, bestreiche man sie mit flüssigem Asphalt und streue Steinchen und Sand darauf, auch größere Steinchen lassen sich gut befestigen. Namentlich in einem nach Abb. 164 eingerichteten Aquarium lassen sich die bekannten

1) Sehr empfehlenswert ist ein sogenannter Einfülltrichter. Ihn und alle später erwähnten Utensilien findet man in Katalogen der angeführten Firmen dargestellt; ich habe deshalb auf diesbezügliche Abbildungen verzichtet.

Zonen, wie wir sie in der Uferregion unserer Gewässer finden, recht gut wiedergeben. Da Überwasserpflanzen einen bedeutend kräftigeren und nahrhafteren Bodengrund beanspruchen wie die Unterwasserpflanzen, fügt man der früher empfohlenen Mischung noch reichlich Lehm und alte Mistbeeterde bei. Um ein Uferaquarium zu improvisieren, türmt man in einem schmalen und niedrigen Becken in einer Ecke einige Steine übereinander und schafft dadurch den Tieren Gelegenheit, bis an die Wasseroberfläche zu gelangen. Uferaquarien sind, wenn nicht groß, im allgemeinen für Fische nicht geeignet, dagegen sind sie ohne Sandbelag die empfehlenswertesten Behälter für die Kleinlebewelt.

Die Paludarien[1]) erfordern nach dem über die Riparien Gesagten hinsichtlich des Bodengrundes, der ziemlich gleichmäßig und hoch eingefüllt wird, keine besondere Behandlung. Sehr empfehlenswert ist es, die Erde der tieferen Schichten reichlich mit Holzkohle zu vermengen und den Boden des Beckens selbst mit größeren Stücken zu belegen.

Aber auch in uferlosen Aquarien gedeihen einzelne Überwasserpflanzen *(Iris, Acorus)* recht gut (Abb. 159). Man hat nur dann an der betreffenden Stelle den Bodengrund etwas höher anzuhäufen und ihm reichlich Lehm beizumengen.

Es möge hier erwähnt werden, daß es nicht nur unnötig, sondern auch unzweckmäßig ist, die Behälter alljährlich neu einzurichten. In zwei- und dreijährigen Aquarien entfalten aus leicht begreiflichen Gründen die Pflanzen erst ihre volle Schönheit.

Pflanzen[2]). Die grünen Unterwasserpflanzen sind für das typische Süßwasservivarium grundlegende Bedingung. Bei der Einrichtung muß in erster Linie darauf Rücksicht genommen werden, ihnen möglichst günstige Verhältnisse zu schaffen.

Als Aquarienpflanzen werden sich nur solche Arten eignen, die sich den immerhin bedeutend abweichenden Verhältnissen im Aquarium anzupassen vermögen. Experimentieren wir in dieser Hinsicht mit heimischen Unterwasserpflanzen, so können wir leicht feststellen, daß sie eigentlich kein sehr großes Kontingent stellen. Die Ursache liegt an der im Aquarium nicht unbedeutend höheren Wassertemperatur und dem unnatürlichen Überwiegen des Seitenlichtes gegenüber dem Oberlicht. Dieser Umstand macht sich bei jenen Formen besonders bemerkbar, deren Sprosse bis dicht unter die Wasseroberfläche reichen, wie, um Beispiele zu nennen, bei den *Helodea-*, *Callitriche-* und *Potamogeton*-Arten. Die meisten Pflanzen zeigen daher im Aquarium einen anderen, weniger schönen Habitus als in der Natur.

Sind wir uns in einem speziellen Falle darüber klar geworden, welche Arten zur Bepflanzung in Betracht kommen, werden wir in erster Linie solche wählen, die gute Sauerstoffproduzenten sind. Brauchen wir das Vivarium auch während des Winters, müssen wir für wintergrüne Pflanzen sorgen, denn dann können die Fische auch während dieser Jahreszeit im bepflanzten Aquarium bleiben. Und endlich sind uns ja die Pflanzen auch Selbstzweck, d. h. wir werden ceteris paribus für den biologischen Unterricht verwendbare Pflanzen vorziehen. Eine ideale Aquarienpflanze müßte also anspruchslos, eine gute Sauerstoffquelle, wintergrün und biologisch interessant sein. Diesen Bedingungen entspricht keine einheimische Pflanze vollständig, wohl aber die argentinische *Helodea densa Casp.*, eine Art, die der bei uns heimischen *canadensis Rich.* vollkommen gleicht, nur großblättriger ist. Letztere kann jene nur deshalb nicht ganz ersetzen, weil sie gegen Seitenlicht bedeutend empfindlicher und

1) Matthieu, A., Mein Sumpf-Aquarium. W. 1907, S. 662. Kalbe, H., Aquarienerde. Bl. 1910, S. 4.

2) Stansch, K., Die Wasserpflanzen. I. Schwimmpflanzen und untergetauchte Wasserpflanzen. Bibl. Heft 8. Ders., Die Wasserpflanzen. II. Sumpfpflanzen. Bibl. Heft 9. Marzell, H., Die höheren Pflanzen unserer Gewässer. 144 S., mit 9 Tafeln und 23 Textabbildungen. Geb. 3 M. Stuttgart 1913, Verlag Strecker & Schröder.

auch sonst in der Haltung heikler ist. Der Anfänger, der sich erst mit der Grundlage der Aquarienhaltung vertraut machen muß, verwende daher *densa* unbedenklich, später soll er sie durch *canadensis* ersetzen. Die *Helodea*-Arten eignen sich auch deshalb für fast jeden Aquarientypus, weil sie sowohl in stagnierendem als fließendem, seichtem und tieferem Wasser vorkommen. Jedes beliebige Stück kann als Steckling verwendet werden, am besten solche mit Vegetationsspitze. Hauptnahrungsquelle ist für sie das Wasser, daher gedeihen sie auch bei Sand als Bodengrund recht gut. Für eine zweite Pflanze von ganz anderem Habitus gilt ähnliches. Es ist dies die nordamerikanische *Sagittaria natans Mchx.* Sie hat typische Bandblätter und gleicht täuschend der bekannten *Vallisneria spiralis L.* Unter den heimischen Pflanzen ist sie den *formae vallisneriifolia Coss. et Germ.* und *natans (Klinge)* von *Sagittaria sagittifolia L.* außerordentlich ähnlich und kann sie vertreten. Sie ist für den Anfänger ebenfalls vorzüglich geeignet, da sie auch hinsichtlich des Lichtes die anspruchsloseste Pflanze ist, sich reichlich durch Ausläufer vermehrt und wie *Helodea* wintergrün ist. In Liebhaberaquarien sieht man sehr häufig die eben genannte *Vallisneria*, die auch in Schulvivarien wegen ihrer interessanten Blütenbiologie gehalten zu werden verdient und sich, wie später noch erwähnt werden wird, entsprechend ihrer Heimat besonders für Warmwasseraquarien eignet; sie gedeiht aber ebensogut bei gewöhnlicher Temperatur. Als sehr empfehlenswerte heimische Pflanzen nenne ich die wintergrünen Arten *Ceratophyllum submersum L.* und *demersum L.* (brauchen keine Erde), *Myriophyllum spicatum L.*, weiter *Lysimachia nummularia L.*, *Fontinalis antipyretica L.* (darf nicht vom Substrat gelöst werden) und die *Nitella*-Arten (werden zweckmäßig in Aquarien ohne größere Tiere gehalten, sind sehr für Kleinlebeweltaquarien geeignet). Von Schwimmpflanzen sei besonders *Riccia fluitans L.*, *Salvinia natans All.*, die *Lemna*-Arten (*trisulca* lebt submers), *Hydrocharis morsus ranae L.* und *Utricularia*-Arten (brauchen viel Oberlicht) empfohlen. Von Überwasserpflanzen sei als für Zimmeraquarien verwendbar[1]) genannt: *Sagittaria sagittifolia f. typica (Klinge)*, *Alisma plantago L.*, *Iris pseudacorus L.*, *Acorus calamus L.*, *Lysimachia nummularia L.* Diese Pflanzen brauchen, falls man sie im Zimmer kultiviert, viel Sonne und frische Luft[2]). Der beste Standort ist ein Fensterbrett gegen S oder W[3]). Das verdunstende Wasser soll täglich ersetzt, die Pflanzen an heißen Tagen gründlich mittels eines Zerstäubers bespritzt werden. Das ist auch ein ausgezeichnetes Mittel gegen die Blattläuse, worunter die Sumpfpflanzen sehr leiden. Diese Schmarotzer befallen natürlich auch Schwimmblätter, ja sogar über Wasser ragende Teile von Unterwasserpflanzen; *Hydrometra* und eben verwandelte Fröschchen leisten gegen sie gute Dienste, im übrigen bekämpft man sie am erfolgreichsten durch öfteres Abklauben. Wenn Sumpfpflanzenkulturen im Zimmer unter günstigen Bedingungen auch recht imposant werden können, an die im Freiland gezogenen reichen sie nie heran. Die mechanischen Gewebe sind besonders bei *Alisma*, *Sagittaria* u. a. meist so schwach ausgebildet, daß die Stengel, aber namentlich die Blütenstiele, wenn sie eine gewisse Größe erreicht haben, unter ihrem eigenen Gewicht einknicken.

Wasserpflanzen aus Samen aufzuziehen, ist zwar sehr interessant, aber langwierig und vom praktischen Standpunkte aus wenig lohnend. Die einheimischen Pflanzen besorgt man sich am besten selbst, soweit sie in der Umgebung des Schulortes vorkommen, die übrigen be-

---

1) Es gibt noch andere Arten, die recht gut gedeihen, nur empfehle ich sie dem Anfänger nicht. Jeder möge da selbst mit Sumpfpflanzen der Umgebung seines Wohnortes Versuche anstellen.

2) Aber ja keine Zugluft!

3) **Reitmayer, C. A.**, Das Fensterbrettaquarium. Bl. 1912, S. 598.

zieht man aus einer Gärtnerei[1]). Für den ersten Fall empfehle ich, Winterknospen (*Hydrocharis Utricularia* u. a.), Knollen, Wurzelstöcke schon im Herbste zu sammeln, feucht, eventuell in Schlamm an einem frostfreien Ort zu überwintern und erst im Frühjahre ins Aquarium zu bringen.

Bepflanzung[2]). Ebenso wie für die Gestaltung des Bodengrundes dient bei der Auswahl und Anordnung der Pflanzen der Standort der Tiere, die das Vivarium bewohnen sollen, als Vorbild. Man erinnere sich dabei auch an die Tatsache, daß in der Natur die submerse Vegetation oft über große Flächen aus einer Art besteht, und pflanze daher nicht alles mögliche durcheinander; im übrigen spielt der Geschmack des Einrichtenden eine sehr große Rolle.

Wählen wir einen konkreten Fall. Ein mit Bodengrund nach Abb. 162 versehenes 40 l-Vollglasaquarium ist zur Bepflanzung bereit. Ich will darin die kleineren Fische unserer Teiche halten. Zur Bepflanzung wähle ich *Sagittaria natans*, die in ihrer Heimat in dichten Beständen den Boden bedeckt, ganz ähnlich wie in manchen Gegenden Deutschlands die früher genannten Unterwasserformen von *Sagittaria sagittifolia*. Ich lege mir etwa zehn kräftige Pflanzen in einer flachen, mit Wasser gefüllten Schüssel bereit. Dann bohre ich mit einem spitzigen Hölzchen in ziemlich gleichmäßiger Verteilung auf jeder Seite fünf trichterförmige nach oben sich erweiternde Löcher durch den Sand in die Erde. Nun werden die Würzelchen vorsichtig (Wasserpflanzen sind sehr zerbrechlich) so weit hineingeschoben, daß der Vegetationspunkt etwas über die Erde zu liegen kommt, und das Loch durch vorsichtiges Andrücken des Sandes geschlossen. Man soll so rasch arbeiten, daß die Pflanzen nicht austrocknen, beziehungsweise müßte man sie von Zeit zu Zeit mittels eines Zerstäubers bespritzen. Nun wird Wasser aufgefüllt (s. S. 279) und die Pflanzen mit Hilfe eines Stäbchens vorsichtig, ohne einen Zug auszuüben, gerichtet; sollte man dabei trotz aller Vorsicht eine Pflanze entwurzeln, so nehme man sie am besten ganz heraus, niemals versuche der Unerfahrene bei gefülltem Becken eine Pflanze einzusetzen. Um allzu starke Verdunstung, das Hineinfallen von Staub und Herausspringen der Fische zu verhindern, hält man das Aquarium mit einer Glasscheibe bedeckt, die der Luftzirkulation halber dem Behälterrand nicht unmittelbar aufliegt. Bei Gestellaquarien werden an die Scheibenecken Korkplättchen geklebt, bei Vollglasaquarien nimmt man die Korke doppelt so dick und versieht sie mit entsprechenden Einschnitten oder man legt die Deckscheibe auf einen dem Behälterrand aufgesetzten Holzrahmen (Abb. 166) oder fertigt sich entsprechend gestaltete Halter aus nicht rostendem Metall an. Nur das verdunstete Wasser wird von Zeit zu Zeit durch solches gleicher Temperatur ersetzt; ein teilweiser oder gänzlicher Wasserwechsel wird nur wenn unbedingt nötig vorgenommen.

Das Aquarium bleibt nun etwa 14 Tage, vor direktem Sonnenlicht von 10 Uhr früh an geschützt, möglichst sich selbst überlassen. Der Anfänger bekämpfe seine Neigung, bald da, bald dort etwas zu richten, namentlich während der ersten acht Tage, wo es allerdings den Anschein haben kann, als sei die Existenz des Vivariums bedroht und ein Eingriff nötig. Denn keinem Aquarium bleiben die sogenannten Kinderkrankheiten ganz erspart, auch wenn bei der Einrichtung noch so sorgfältig vorgegangen wurde. Das ist selbstverständlich, denn sie sind Begleiterscheinungen von Vorgängen, die sich infolge des allmählichen Ineinander-

---

1) Zum Bezug von Wasserpflanzen empfehle ich Großgärtnerei Henkel, Darmstadt.

2) Die beste Zeit zur Einrichtung von Aquarien ist das Frühjahr April, Mai; ab Oktober ist es nicht mehr empfehlenswert.

greifens von Boden, Wasser und Pflanzen abspielen müssen. In einem gut eingerichteten Aquarium verschwinden sie, ohne einen bedrohlichen Charakter angenommen zu haben, binnen 14 Tagen, wonach die Fische eingesetzt werden können.

Die Hauptursache dieser Störungen sind jedenfalls die im Wasser vorhandenen dem Bodengrund entstammenden organischen Substanzen, die den Bakterien und den aus den Sporen auskeimenden Algen günstige Ernährungsbedingungen bieten. Die Bakterien vermehren sich schon während der ersten Tage oft so rasch, daß eine ganz bedeutende Trübung[1]) des Wassers eintreten kann, wozu nicht selten auch noch eine Kahmhaut tritt, die als sogenannte Fettschicht[2]) die Wasseroberfläche bedeckt und insofern schädlich ist, als sie die Kommunikation zwischen Luft und Wasser erschwert.



Abb. 166. Uferloses Aquarium.

Ist das Aquarium zu stark belichtet, so erscheinen häufig an den Behälterwänden und Pflanzen flaumig-schmierige, hauptsächlich aus Grünalgen bestehende Massen, gegen die man fast machtlos ist; denn das S. 286 gegen langfädige Algen empfohlene Mittel nützt da gar nichts, Kaulquappen sind das einzige Gegenmittel. Nicht selten tritt bei stark besonnten Aquarien eine durch Massenentwicklung einzelliger Algen (*Scenedesmus*, *Raphidium* u. a.) hervorgerufene Grünfärbung auf, ein Phänomen, das wir als Wasserblüte bezeichnen können. Es zeigt sich auch bei älteren gut besonnten Aquarien, wenn der Gehalt an organischen Substanzen etwa durch Faulen einer unbeachtet gebliebenen Fischleiche sich abnorm steigert. An und für sich ist die Wasserblüte unschädlich, sie ist nur unangenehm, weil sie den Einblick ins Aquarium verwehrt.

In allen diesen Fällen ist es das Beste, abzuwarten, wenn nicht Trübung, Fettschicht, Veralgung so überhandnehmen, daß die Pflanzen zu kränkeln beginnen und das Wasser übelriechend wird. Man kann zwar dann noch den Versuch machen, durch drei- bis viermaligen, alle 24 Stunden wiederholten Wasserwechsel eine Besserung zu erzielen, meist wird dies aber auch vergeblich sein und kein anderer Ausweg bleiben, als das Becken auszuräumen und neu einzurichten; namentlich wird dies immer der Fall sein, wenn der Boden faulende Substanzen enthält. In weniger gut belichteten Aquarien treten dann nämlich Schizophyzeen und Fadenbakterien den Grünalgen gegenüber stark in den Vordergrund und überziehen besonders

---

1) Roth, W., Allerhand Kleinigkeiten aus dem Aquarium. 4. Die anfängliche Trübung des Wassers in neu eingerichteten Aquarien. Bl. 1907, S. 261.

Solche in den ersten Tagen auftretende Trübungen können auch andere Gründe haben. Während der ersten 24 Stunden ist immer eine leichte, von feinsten Erdteilchen herrührende Trübung vorhanden, weiter habe ich schon früher schlecht gewaschenen Sand als Ursache erwähnt, endlich könnten sie von anorganischen Niederschlägen aus dem Wasser, sich zersetzender Anstrichfarbe, vom Kitt oder Metall herrühren, was sich meist unschwer feststellen läßt.

2) Roth, W., Allerhand Kleinigkeiten aus dem Aquarium. VIII. Über die sogenannte Fett-, Staub- oder Schmutzschicht. Bl. 1907, S. 393.

Bei unbedeckten Aquarien bildet Staub einen wesentlichen Bestandteil. Wurde der Kitt nicht sorgfältig hergestellt und besitzt er eine große Berührungsfläche mit dem Wasser (daher Glasstreifen!), kann die Fettschicht der Hauptsache nach ein aus Leinöl bestehendes Fetthäutchen sein.


Abb. 167. Schüler auf dem Wege zum Futtertümpel.


Abb. 168. Schüler am Futtertümpel.

feinblättrige Pflanzen und den Bodengrund mit einer blaugrünen Decke, die den Stoffaustausch hemmt und die Pflanzen erstickt. In einem solch' extremen Falle gibt es natürlich keine Rettung mehr. Tritt die Algenpest in leichtester Form lokalisiert namentlich in einem älteren Aquarium auf, verschwindet sie in der Regel nach einiger Zeit von selbst.

Ist das Wasser nach zwei bis drei Wochen klar, zeigen die Pflanzen ein frisches Aussehen und wachsen, so macht man zunächst einen Versuch mit einem ziemlich empfindlichen Fisch, etwa *Phoxinus laevis Agass.* oder *Gasterosteus aculeatus L.* Zeigt dieser noch nach zwei bis drei Tagen alle Zeichen des Wohlbefindens, so kann man nach den gleich zu erörternden Prinzipien nach und nach die Fische einsetzen.

Besetzung mit Fischen.[1] Als Bewohner der bepflanzten Aquarien kommen in erster Linie Fische in Betracht. Geschlechtsreife Exemplare werden wir natürlich nur von den kleineren Arten halten können, bei größeren müssen wir uns mit Jungfischen begnügen, deren größte noch zulässige Länge von den Dimensionen des Behälters abhängt; bei einem Fassungsvermögen von 40—50 l sollte sie nicht über 10 cm betragen. Was die Zahl betrifft, so rechnet man in einem wohlbewachsenen[2]) Aquarium auf 3 l einen Fisch dieser Länge, das ist aber selbstredend nur ein Mittelwert. Denn es wird da vor allem das Sauerstoffbedürfnis sehr genau berücksichtigt werden müssen. In einem entsprechend mit Fischen besetzten Aquarium hält sich z. B. *Gobio fluviatilis Cuv.* in Exemplaren von 10 cm sehr schlecht, die ihm bezüglich der Lebensweise sehr nahestehende Schmerle, *Nemachilus barbatula L.* aber ausgezeichnet. Weiter soll man mit Freiwasserfischen immer Grundfische halten, nicht allein, weil dies den natürlichen Verhältnissen entspricht, sondern aus sozusagen gesundheitspolizeilichen Gründen, denn sie beseitigen die Futterreste, die in kleineren Becken namentlich anfangs eine

1) Stansch, K., Die einheimischen Fische für das Süßwasseraquarium I. Bibl. Heft 6, II. Bibl. Heft 7.

2) Ein drei Wochen altes Aquarium ist noch nicht „wohlbewachsen"; daher beginnt man mit einer geringeren Zahl von Fischen und steigert diese allmählich.

Gefahr für das biologische Gleichgewicht bedeuten. Aus demselben Grunde soll man auch, wie wir hier gleich erwähnen wollen, nicht unterlassen, in jedem Aquarium einige Schnecken zu halten, so kleine *Limnaea*- (größere Exemplare, besonders von stagnalis fressen die Pflanzen), *Physa*-, *Vivipara*- und *Planorbis*-Arten.

Fütterung. Die Futterfrage ist für die Haltung von Vivarien eines der wichtigsten Probleme. Ihre Lösung für die Fische ist einfach, weil uns das natürliche Futter verhältnismäßig leicht erreichbar ist. Als solches kommt für die kleineren Fische das Benthos und Nekton unserer Teiche und Tümpel in Betracht, also vor allem Insektenlarven und Krustazeen. Verschiedene Ketscher, Zugnetz, (s. den Artikel von Wagler S. 148) Transportbehälter (Abb. 167, 168) gehören daher zu den notwendigen Utensilien. Das Futter soll wenn möglich aus nicht verunreinigten Gewässern stammen, worin keine Fische leben, sonst schleppt man leicht Krankheitserreger ein. Den Fang gießt man in eine flache Schale, entfernt alle gröberen Verunreinigungen und größeren Tiere, die als Futter keine Verwendung finden und wovon manche den Fischen sogar gefährlich werden könnten, wie Schwimmkäfer und ihre Larven, Rhynchoten u. a. Dann gießt man durch ein engmaschiges kleines Netz und verfüttert den Brei mit der Pinzette. Man gebe lieber öfters kleinere Portionen, als zuviel auf einmal. Bei Futter, das hauptsächlich aus Insektenlarven besteht, namentlich *Ephemeridae*-, *Agrion*- *Culex*-, *Corethra*-, *Tendipes*-Larven, ist diese Vorsicht nicht so nötig, da diese Tiere noch lange im Aquarium leben, sehr notwendig dagegen bei der Fütterung mit Daphnien, die gewöhnlich sehr hinfällig sind, namentlich wenn sie durch den Transport gelitten haben. Neben diesem wichtigsten Futter, das aber nicht immer und nicht für jeden leicht zugänglich ist, sind *Lumbricus*- und namentlich *Enchytraeus*-Arten als Ersatz von großer Wichtigkeit, auf sie sind wir neben *Tendipes*-Larven namentlich im Winter[1]) angewiesen. Da sie auch für Meerestiere und Molche unentbehrlich sind, ist es unbedingt notwendig, sich einen Vorrat bzw. eine Zucht[2]) anzulegen. Enchyträen werden lebend verfüttert; ebenso erhalten größere Fische, wie *Cyprinus*, *Perca*,

---

1) Siehe Urban, F., Wintersorgen des Aquarianers II. Natur 1914. Heft 7.

2) Einer der häufigsten Regenwürmer ist *Eisenia* (*Allolobophora*) *foetida Sav*, der Mistregenwurm; er wird wegen seiner übelriechenden Leibeshöhlenflüssigkeit und heftigen Bewegungen von manchen Tieren nur zerhackt und gut gewaschen, aber nicht lebend genommen. Um sich einen genügenden Vorrat namentlich für den Winter zu beschaffen, bzw. eine Zucht anzulegen, füllt man eine dicht schließende nicht zu hohe Holzkiste bis etwa zur Hälfte mit Komposterde, die man mit dem in gewissen Intervallen zu ersetzenden Futter, wie Fallaub, gekochte und zerdrückte Kartoffeln, Möhren, Obst u. a., sowie zur Verhinderung der Schimmelbildung mit Kaffeesatz vermengt, mäßig feucht erhält und, wenn man eine Zucht beabsichtigt, warm stellt (18—22° C). Als Besatz verwendet man nur große, gesunde Exemplare. Um das rasche Austrocknen der oberen Erdschichten zu verhindern, legt man grobes Leinen darauf, das stets feucht gehalten wird. Viel empfehlenswerter sind die Lumbricus-Arten, namentlich *rubellus Hoffm.*, der sich nach Kammerer bei eben genannter Temperatur sehr leicht in mit gegorener Gerberlohe vermischter Gartenerde züchten läßt.

Für die **Enchyträenzucht** beschaffe man sich einige größere flache Tongefäße, fülle sie mit enchyträenhaltiger Erde (die weißen 2—3 cm langen Würmchen finden sich überall, am besten läßt man sich aber von einem Händler eine Portion kommen [$^1/_{20}$ l 1 ℳ off. z. B. A. Leuner, Nürnberg Judengasse 4]), der man etwas Kaffeesatz beimengt und die man mit verdünnter Milch mäßig feucht erhält. Obenauf, leicht von Erde bedeckt, legt man etwas in gezuckerter Milch aufgeweichtes Weißbrot; das Gefäß wird mit Organtin gut verschlossen (Fliegenmaden!) und an einen kühlen Ort gestellt. Wenn man nach einigen Tagen öffnet, wird man die Enchyträen zum größten Teile in und um das Weißbrot angesammelt finden, und kann sie von da leicht entnehmen. Es ist gut einige Enchyträenzuchten zu besitzen, um eine durch längere Zeit schonen zu können. Die Literaturangaben sind sehr zahlreich. Vgl. bes. Geyer Bl. 1913, S. 404; weiter Wolterstorff W. 1908, S. 427, Dreibax W. 1913, S. 339. Während des Winters sind Tendipeslarven ein ideales Futter, das sich leicht feucht verschicken läßt. Bei J. Thumm, Klotzsche-Dresden sind sie in guter

Tinca, Lota u. a. lebende Regenwürmer. Für kleinere Fische werden sie mit heißem Wasser gebrüht (Parasiten!), gehackt, gewaschen und dann verfüttert. Die größeren Räuber, namentlich die Hechte, erhalten lebende Fische. Nur ausnahmsweise, wenn keine der erwähnten Futterarten zur Verfügung stände, füttere man die kleineren Fische mit gehacktem rohen Rind- oder Pferdefleisch oder Rinderherz. Eine Stunde nach der Fütterung kontrolliere man die Aquarien genau, um eventuell größere Mengen von Futterresten abzuhebern.

Instandhaltung. Ein nach den eben erörterten Grundsätzen eingerichtetes Süßwasservivarium kostet bei einigermaßen verständnisvoller Betreuung recht wenig Arbeit. Ich will nur noch auf einige für die Instandhaltung wichtige Punkte hinweisen. Wir haben bereits früher erwähnt, daß sich an den Behälterwänden Algen ansiedeln, an der Lichtseite vorwiegend Chlorophyzeen, an den Seiten und der Zimmerwand gewöhnlich Diatomeen u. a. Während man den Belag der Fensterwand während des Sommers beläßt, muß der der Seitenwände, wenn man durch sie beobachten will, immer aber der der Vorderseite entfernt werden. Gewöhnlich genügt Watte, vielfach aber haftet namentlich der braune Belag so fest, daß er abgekratzt werden muß. Hiezu verwendet man Holzkohle, Metallwolle u. ä. Abgesehen davon, daß man dabei auch bei großer Vorsicht leicht Unordnung anrichten und Pflanzen brechen kann, läßt sich die Reinigung nicht bis knapp zum Bodengrund durchführen, da dieser sonst aufgewühlt würde, namentlich wenn der Sandbelag fehlt. Alle diese Übelstände fallen bei Benutzung eines von Siegl[1]) konstruierten Scheibenreinigers weg, der im Prinzip darauf beruht, daß die Schneide einer zwischen zwei Messingplatten gefaßten, auswechselbaren Gilletteklinge (Messer der Selbstrasierapparate) mittels eines langen Stieles an die Scheiben gedrückt und gegen den Bodengrund bewegt wird. Besonders bei den glatten Scheiben der Gestellaquarien leistet er in fünf Minuten das, wozu man sonst eine Stunde braucht. Viel empfohlen wird die sogenannte Drahtbürste. Ich warne vor ihrer Benutzung in bepflanzten Aquarien vor allem deshalb, weil durch zufällig vom Bodengrund zwischen die Borsten der Bürste geratene Sandkörnchen die Scheiben leicht zerkratzt werden können; zum Reinigen ausgeräumter oder sehr großer Aquarien gibt es aber kein besseres Hilfsmittel.

Bei Becken, die häufig von der Sonne beschienen werden, treten namentlich während der ersten Monate Fadenalgen auf, meist Arten der Gattungen *Cladophora*, *Oedogonium*, *Conferva* u. a., die zwischen den Pflanzen, wenn man sie unbehindert wachsen läßt, mächtige Watten bilden und den Fischen gefährlich werden können. Sie lassen sich sehr leicht dadurch entfernen, daß man sie unter stetem, vorsichtigen Ziehen allmählich auf ein Holzstäbchen wickelt. Wiederholt man dies alle acht Tage, so werden sie nie zu jener Kalamität, als die man sie immer hinstellt; unangenehm können sie begreiflicherweise in Aquarien mit zartblättrigen Pflanzen wie ***Myriophyllum***, *Callitriche* u. a. werden.

In jedem gutbepflanzten und mit Tieren besetzten Aquarium bilden sich sehr bald am Boden lockere mulmartige Massen, die gleich dem Humus aus einem innigen Gemenge von Pflanzen-, Tier- und Futterresten mit kleinsten anorganischen Teilchen bestehen. In einem nach Abb. 162 oder 163 eingerichteten Aquarium wird sich der größte Teil dieses Detritus entweder in einer Ecke oder in der Mitte vorn ansammeln und kann mit einer als Stechheber verwendeten Glasröhre oder dem Schlammsauger entfernt werden. In einem Aquarium mit

---

Qualität, die Schachtel zu 0.70, 1.10, 1.50 ℳ erhältlich. Bei 5—10° C halten sich die roten Mückenlarven in flachen Gefäßen 2—3 Wochen, wenn man täglich ein- bis zweimal das Wasser durch solches von gleicher Temperatur ersetzt. Füttern kann man mit Fischfleisch, faulenden Pflanzenteilen u. ä.

1) Siegl, H., Ein neuer Scheibenreiniger. Bl. 1912, S. 277. Wird hergestellt vom Universitätsmechaniker E. Hammermüller, Prag II 1594.

abwechslungsreich gestaltetem Bodengrund, mit Steinen und Verstecken für die Fische, häuft er sich aber gerade an den unzugänglichsten Stellen an. Dies bedeutet aber keinen Nachteil. Ich rate nämlich, den Detritus in größeren Becken überhaupt zu belassen, wenn ihn nicht die Fische aufwirbeln und dadurch das Wasser dauernd trüben und zartblättrige Pflanzen verschmutzen. Denn dieses Sediment ist nicht nur für das biologische Gleichgewicht nicht gefährlich, sondern trägt wesentlich zu seiner Erhaltung bei. Tritt in einem alteingerichteten Becken eine Trübung auf, so ist hiefür fast immer ein faulendes Tier, dessen Leiche man übersehen hat, Futterreste od. dgl. die Ursache, auf jeden Fall ist es dann das beste, die Fische herauszunehmen, in einen andern Behälter mit Wasser von der gleichen Temperatur zu bringen, und, falls die Trübung nach einigen Tagen nicht verschwindet, das Wasser abzuziehen und durch frisches von gleicher Temperatur zu ersetzen. Ich möchte an dieser Stelle nochmals nachdrücklich darauf hinweisen, bei jedem Nachfüllen, jedem Wasserwechsel auf Temperaturgleichheit sorgfältigst zu achten.

Fortpflanzung der Fische.[1]) Wir müssen trachten, daß der Schüler im Schulvivarium wenigstens bei einzelnen Tieren die mit der Fortpflanzung zusammenhängenden, hochinteressanten Vorgänge wie Brunstkleid, Paarungsspiele, Brutpflege und die Entwicklung des Laichs beobachte. So schwer dies bei den meisten einheimischen Fischen gelingt — viele sind im Aquarium überhaupt noch nicht zur Fortpflanzung geschritten — liefern uns doch drei Arten ausgezeichnete Objekte: *Rhodeus amarus Bloch.*, der Bitterling und die beiden Stichlingarten *Gasterosteus aculeatus L.* und *pungitius L.* Ohne auf Einzelheiten[2]) eingehen zu können, bemerke ich nur, daß man für die Bitterlingzucht[3]) ein 20—30 l fassendes Aquarium mit einem Männchen, zwei Weibchen und mit zwei bis drei Exemplaren von *Unio pictorum* oder kleinen Exemplaren von *Anodonta* besetzt. Da die Muscheln den Boden aufwühlen, gibt man entweder auf die Erde eine sehr hohe Sandschicht oder nur Sand und Schwimmpflanzen (am besten *Helodea*-Zweige, keinesfalls *Utricularia*) oder grenzt in einer Ecke die Erde durch eine quergestellte Schiefer- oder Glasplatte vom Sande ab. Nach dem Ablaichen setzt man die Fische in ein anderes Aquarium. Das Zuchtbecken besitze einen niedrigen Wasserstand und eine üppige *Riccia*-Vegetation, reichlichen Detritus und damit Infusorien, Rotatorien und andere Mikroorganismen, woraus die erste Nahrung der Jungfische besteht, aber ja keine Hydren. Sollte man merken, daß die Fischchen nicht genügend Nahrung finden, streue man zerriebene trockene Salatblätter in ganz kleinen Portionen auf die Oberfläche. Am vorteilhaftesten und in einem Laboratorium leicht auszuführen ist es, sich Heu- oder Salatblätteraufgüsse herzustellen, zu zentrifugieren und das Infusoriensediment zu verfüttern. Wenn die Fischchen etwas größer geworden sind, biete man ihnen kleinste Krustazeen, am besten ganz junge Daphnien oder auch Zyklopiden, von letzteren aber immer nur sehr wenig, da sie den Jungfischen gefährlich werden können.

Die Stichlinge sollen, da äußerst unverträglich, immer für sich in nicht zu kleinen Behältern gehalten werden. Zur Zucht[4]) vereinige man ebenfalls ein Männchen und zwei bis

---

1) Thumm, J., Über die Zucht von Aquarienfischen. I. W. 1906, S. 580 ff. II. W. 1907, S. 42 ff.

2) Vgl. Urban, F., Brutpflege und Zucht einheimischer Fische. Monatshefte für den naturwiss. Unterr. 1913, S. 263.

3) Kehr, R., Einheimische Aquarien-Zuchtfische. Bl. 1904, S. 66. Reitmayer, C. A., Unser Bitterling Bl. 1912, S. 259.

4) Rudolph, A., Der Stichling als Zuchtfisch. Bl. 1902, S. 187. Labonté, H., Der Stichling und seine Zucht. Bl. 1904, S. 241. Riedel, K., Pflege und Zucht des Stichlings *(Gasterosteus aculeatus)*. Bl. 1909, S. 177 ff. Wrede, Th., Die Zucht des dreistachligen Stichlings *(Gasterosteus aculeatus)* im

drei Weibchen; letztere sind spätestens, sobald die Jungen auszuschwärmen beginnen, zu entfernen.

Beschaffung der Fische. Die in der Umgebung des Wohnortes heimischen Arten wird man unschwer durch Selbstfang mit Netz oder Angel, am leichtesten aber beim Abfischen der Teiche erhalten können. Die Beschaffung anderer einheimischer interessanter Fische stößt vielfach auf große Schwierigkeiten. Händler gibt es namentlich in Deutschland genug, aber sie führen meist nur Zierfische. Da einheimische Fische sehr billig sind, bestelle man besonders von Bitterlingen und Stichlingen eine größere Anzahl, verlange auf jeden Fall Paare und Garantie lebender Ankunft. Die Fische kommen in Blechkannen. (S. auch den Artikel von Kammerer S. 195). Nach der Ankunft löst man in Anwesenheit des Postboten den Deckel, gießt den Inhalt in eine flache Schale und läßt sich die Zahl der eventuell Toten bestätigen, um Ersatz fordern zu können. Nun werden die Temperaturen sowohl des Transport- als auch des Aquariumwassers gemessen und vorsichtig durch Zugießen von wärmerem und kälterem Wasser gleichgemacht.[1])

Haltung fremdländischer Fische[2]). Die Mehrzahl der fremdländischen Fische, mit deren Haltung und Zucht sich heute das Gros der Aquarianer befaßt, entstammt wärmeren Klimaten, verlangt daher namentlich zur Fortpflanzungszeit eine durchschnittlich höhere Wassertemperatur wie unsere Fische. Aus diesem Grunde muß dem Wasser künstlich Wärme zugeführt oder wie man sagt, das Aquarium geheizt werden. Unter den Exoten gibt es nun außerordentlich interessante Formen, die uns biologische Phänomene zu beobachten und zu studieren gestatten, wofür uns die heimischen Formen kein oder nur wenig geeignetes Material liefern. Daher müssen wir auch sie in den Kreis unserer Betrachtungen wenigstens insofern ziehen, als wir die Prinzipien der Heiztechnik erörtern und auf jene Formen hinweisen, die für den biologischen Unterricht besonders wertvoll sind, ohne aber natürlich auf Details eingehen zu können.[3])

Die Heizfrage ist jenes Problem der modernen Aquarienkunde, woran, wie nach dem eben Gesagten begreiflich, der Liebhaber das größte Interesse besitzt. Die Zahl der beschriebenen und von ihren Erfindern überschwenglich gepriesenen Heizvorrichtungen ist Legion, aber eine vollständig befriedigende Lösung, besonders vom materiellen und heiztechnischen Standpunkte, bedeutet noch keine. Diese Tatsache braucht uns aber gar nicht zu erschrecken, denn es kommt eigentlich der Heizfrage nicht entfernt jene Wichtigkeit zu, die man ihr zuschreibt. Die meisten Liebhaber machen nämlich den großen Fehler, ihre Pfleglinge konstant bei höherer Wassertemperatur zu halten und diese zur Fortpflanzungszeit noch zu steigern, ohne zu bedenken, daß dies ganz unnatürlich und daher den Fischen schädlich ist. Obzwar wir eine genaue Kenntnis der klimatischen Verhältnisse der Heimat der Fische in den meisten Fällen nicht

---

Zimmeraquarium. Bl. 1909, S. 736. Becker, K., Der dreistachlige Stichling *(Gasterosteus aculeatus L.)*, seine Zucht und Pflege im Zimmeraquarium. W. 1907, S. 481. Reitmayer, C. A., Zucht und Pflege des Stichlings. Bl. 1913, 339. Pander, H., Der Zwergstichling. W. 1912, S. 337.

1) Ich setze gekaufte Fische zunächst in ein Quarantainebecken, eine Vorsichtsmaßregel, die sich wiederholt bewährt hat.

2) Als Bezugsquelle für Exoten empfehle ich: Aquarium, Charlottenburg, Dahlmannstraße 2.

3) Wer sich für Pflege und Zucht fremdländischer Fische interessiert, orientiert sich am besten in dem in Lieferungen erscheinenden Werke: F. Reuter, Die fremdländischen Zierfische in Wort und Bild. Stuttgart, J. E. G. Wegners Verlag. Jede Lieferung — es sind ca. 40 vorgesehen — enthält mindestens 10 lose Blätter, wovon jede Abbildung und kurze Beschreibung einer Art mit Hinweis auf Pflege, Fortpflanzung und Literatur enthält. Sie kostet 0,50 *M*, ein Preis der mit Rücksicht auf den ausgezeichnet geschriebenen Text und das vorzügliche Bildermaterial als erstaunlich gering bezeichnet werden muß.

haben, so wissen wir doch, daß es auch dort tägliche und jahreszeitliche Schwankungen gibt und die Temperatur namentlich zur Regenzeit oft recht tief herabgeht. Ich empfehle daher in Übereinstimmung mit andern Autoren auf Grund eigener Erfahrung, nur zwecks Vermeidung allzu großer Temperaturdifferenzen, weiter zur Verhinderung eines Herabgehens der Temperatur unter 13—14° und endlich zur Paarungszeit zu heizen. Halten wir die Warmwasserfische in einem Raume[1]), wo im Winter geheizt wird, so wird es nur bei großer Kälte notwendig sein, das Aquarium während der Nacht zu heizen. Im übrigen genügen allen Fischen übertags 18—20° C, also die Temperatur eines geheizten Zimmers. Wesentlich ist nur, die Aquarien vor kalter Luft, wie sie durch nicht dicht schließende Fenster hereintritt, zu schützen. Vorsicht ist im April und Mai, der Zeit der Spätfröste, und im Herbst am Platze. Im Frühjahre, der nach der Winterruhe einzig natürlichen Laichzeit, heizt man, wenn die Fische zur Fortpflanzung schreiten sollen, auf 20—25° C. In jedes mit Warmwasserfischen besetzte Aquarium gehört ein Thermometer[2]), das bis etwa ³/₄ seiner Länge eintaucht und genau geprüft sein soll. Es spricht das entscheidende Wort darüber, ob geheizt werden soll oder nicht; nie verlasse man sich auf das Zimmerthermometer.

Der Hauptsache nach lassen sich drei Heizmethoden[3]) unterscheiden. Die verbreitetste ist die sogenannte Bodenheizung. Sie kann im Notfalle bei jedem Aquarium angewendet werden, indem man den Boden und damit das Wasser durch eine Heizquelle erwärmt. Kleinere Gestellaquarien stellt man so hoch auf Holzklötze, daß man die Lampe darunter schieben kann oder schneidet in die Tischplatte ein entsprechend großes Loch, das durch Blech oder besser Asbest gegen Verbrennung geschützt wird, und hängt die Lampe darunter. Vollglasaquarien heizt man auf solche Art natürlich nie direkt, sondern durch Vermittlung eines Wasser- oder besser eines Sandbades; daß dies trotzdem eine riskante Sache ist, liegt auf der Hand. Eine derartige Bodenheizung ist sehr unrationell und, falls das Aquarium Erde enthält, auch sehr schädlich, da die Pflanzenwurzeln infolge der starken Erwärmung absterben und sich für die Fische schädliche Gase und Stoffe bilden; man bedecke daher den Boden nur mit Sand oder beschränke die Erde auf die Ecken.

Bedeutend rationeller erweist sich die Bodenheizung bei Verwendung von Gestellaquarien, die insofern von dem gebräuchlichen Typus abweichen, als zur Vergrößerung der Heizfläche und Verminderung des Wärmeverlustes dem Boden an einer oder bei größeren Behältern an zwei Stellen Heizkapseln (zweckmäßig von der Form eines umgekehrten Kegelstumpfes) aus gut verzinntem Kupferblech aufgelötet sind, die bei einer Höhe von 5—6 cm am untern Rande einen Durchmesser von ca. 5 cm, an der Decke von 10 cm besitzen. Empfehlenswerter ist es aber, als Material Aluminium zu wählen und den Kegel unter Verwendung einer Asbestdichtung an die Bodenfläche anzuschrauben.[4]) Der Bodengrund um die Kapsel bestehe nur aus Sand. Analog gebaute Vollglasaquarien mit Heizkegel, wovon mehrere Typen im Handel sind, empfehle ich wegen der Sprunggefahr nicht.

Die zweite Heizmethode ist die der Seitenheizung. Ich kann sie übergehen, da sie gegenüber der ersten keinen besonderen Vorzug, eher Nachteile aufweist.

1) Der genaueren Kontrolle halber empfehle ich, solche Aquarien wenn tunlich über den Winter in die Privatwohnung zu nehmen, wenn der Diener nicht verläßlich ist.

2) E. Dittmar u. Vierth, Hamburg 15.

3) Zur allgemeinen Orientierung lese man die ausgezeichnete Arbeit: Tatzelt, Aquaristische, heiztechnische und physikalische Grundsätze zur Beurteilung und Konstruktion von Aquarienheizungen. W. 1910, S. 474ff. Weiter: B. Wichand u. W. Köhler, Zur Heizfrage. Bl. 1906, S. 95ff.

4) W. 1910, S. 674; Tatzelt a. a. O.

Die dritte Methode ist die der Innenheizung. Obwohl sie auf dem naheliegenden Prinzip, das Wasser durch einen hineingestellten Heizkörper zu erwärmen, beruht, kommt ihr doch bei der derzeit gebräuchlichen Realisierung keine Bedeutung zu. Sie dient höchstens ähnlich der primitiven Form der Bodenheizung als Notbehelf, namentlich für Vollglasaquarien. Der weitaus beste Einstellapparat ist der „Lipsia"[1]) genannte; in Zuchtbecken darf er aber nicht benutzt werden.

Dennoch gehört aber der Methode der Innenheizung die Zukunft, sobald es gelingt, den elektrischen Strom[2]) für Aquarienheizung zu verwenden. Es sind zwar bereits außerordentlich verheißungsvolle Anläufe zu dieser idealen Lösung der Heizfrage gemacht worden; leider steht aber einer allgemeinen Einführung besonders der große Stromverbrauch im Wege. Dort, wo der Kostenpunkt nicht so sehr in die Wagschale fällt, wie an vielen höheren Schulen, wo der Strom zur Verfügung steht, wäre es unschwer möglich, schon jetzt diese Heizmethode anzuwenden.

Was nun die Heizquelle[3]) namentlich für die Bodenheizung betrifft, so ist Leuchtgas zweifellos die beste. Man verwende aber, wenn der Druck in der Leitung bedeutend schwankt, Thermoregulatoren und Mikro-Bunsenbrenner; um möglichst kleine Flammen zu erzielen, versieht man diese mit Aufsätzen von Speckstein, wie sie für Azetylenlampen benutzt werden. Die Flamme läßt man nicht direkt an die Decke des Heizkegels, sondern an ein Schutzblech aus Eisen anschlagen. Wo Gas nicht vorhanden, bleibt die Wahl zwischen Spiritus oder Petroleum. Ersterer heizt gut, ist aber sehr teuer und nicht ungefährlich, letzteres zwar billig, brennt aber nicht geruchlos; für kleinere Aquarien genügt übrigens ein Nachtlicht vollständig. Die Zahl der im Handel erhältlichen Lampen ist sehr groß. Gut sind die „little wonder" und die „Stern"lampe. Ich verwende unter anderm eine schwarz gestrichene Glühlampe mit Bleifuß, die in den Heizkegel eben hineinpaßt. Um eine Anzahl Aquarien mit einer Heizquelle zu versorgen, sind Vorrichtungen konstruiert worden, sogenannte Heizgestelle[4]), Heizschränke[5]) u. ä.; ich verweise diesbezüglich auf die Literatur.

In Warmwasseraquarien gehören Warmwasserpflanzen.[6]) Die empfehlenswertesten Unterwasserpflanzen sind außer *Helodea densa* die bereits erwähnte *Vallisneria spiralis,* weiter Arten der Gattungen *Cabomba, Ambulia, Cryptocoryne, Ludwigia, Heteranthera, Elatine.* Von Pflanzen mit Schwimmblättern empfehle ich *Limnocharis humboldti Rich.* und *Nymphaea daubenyana (micrantha hybrida Casp.)*; die anderen Nymphäen eignen sich nur für Freilandbecken und Bassins. Von Überwasserpflanzen wären *Myriophyllum proserpinacoides Gill.* (läßt sich auch als Unterwasserpflanze ziehen), verschiedene *Sagittaria*-Arten, von Schwimmpflanzen *Trianea bogotensis Karst.* zu nennen.

Von den Fischen erwähne ich nur die allerwichtigsten; die beigefügte Temperaturangabe bezieht sich auf die Laichzeit, der Preis auf ein Zuchtpaar.

1) A. Mühlner, Leipzig, Nürnberger Str. 24.

2) Ullmann, K., Elektrische Aquarienheizung. W. 1908, S. 636 ff. Klingelhöffer, W., Der vierte Jahrgang des städtischen Vivariums zu Offenburg, Baden. I. Technisches. Elektrische Heizung. Bl. 1912, S. 55. Ders. Elektrische Heizung. W. 1912, S. 765. van Zoelen, Ein elektrisch geheiztes Aquarium. W. 1912, S. 708.

3) Krefft, P., Heizquellen. — Rundschau. W. 1913, La. S. 822.

4) Brandt, P., Eine Zentralheizung für Aquarien. Bl. 1905, S. 284. S. auch Bl. 1912, S. 639. Thumm, J, Meine Heizmethode und Aquarieneinrichtung. W. 1906, S. 7. Agnäß, Th., Beitrag zur Lösung der Heizfrage. W. 1907, S. 571.

5) Gerlach, G., Warmwasser-Heizungen. W. 1909, S. 99.

6) Großgärtnerei Henkel, Darmstadt.

Eine Anzahl interessanter Arten umfassen die Labyrinthfische. Der bekannteste und am leichtesten zu haltende ist der Makropode oder Paradiesfisch, *Macropodus viridi-auratus Lacep.*[1]) (20—25°) (1,50—2 *M*). Er ist sehr anspruchslos und schreitet in Becken mit niedrigem Wasserstand zur Fortpflanzung, wenn das Paar zusammenpaßt. Das Männchen baut ein Schaumnest und bewacht die Eier; das Weibchen ist nach dem Laichen zu entfernen. Über die Funktion des Labyrinthorgans lassen sich leicht eine Reihe interessanter Experimente ausführen. Eine zweite interessante Gruppe sind die viviparen Zyprinodonten[2]); neben den *Girardinus*-Arten ist besonders *Xiphophorus strigatus Regan*[3]) (früher *helleri Heckel*) (Mexiko) (20—25°) (1—1,50 *M*) empfehlenswert. Die Krone aber gebührt einem zu den Zichliden gehörigen Fisch, dem Maulbrüter *Haplochromis strigigena Pfeffer*[4]) (früher *Paratilapia multicolor Schoeller*) (Ägypten) (20—25°) (2—3 *M*). Das Weibchen beschützt nicht nur die Eier bis zum Ausschlüpfen in ihrem Kehlsack, sondern auch die Jungen flüchten sich noch bei drohender Gefahr und am Abend dorthin. Um das typische Laichgeschäft der Fische zu zeigen, eignen sich sehr gut ostindische Barbenarten, namentlich *Barbus conchonius Ham. u. Buch.*[5]) (15—20°) (1 *M*) und *Danio rerio Ham. u. Buch.*[6]) (20—25°) (1—1,50 *M*). Erstere schreitet sehr leicht zur Fortpflanzung, letzterer ist etwas heikler. Der Behälter muß dicht bepflanzt sein, die Elterntiere sollen sofort nach dem Laichen entfernt werden, da sie sonst die Eier und später die jungen Fischchen fressen.

Sehr empfehlenswert, aber nicht gerade leicht zu halten sind die Abarten des Goldfisches[7]), vor allem der Schleierfisch *Carassius auratus var. japonicus bicaudatus Zern.*, der, wenn man ein gutes Zuchtpaar besitzt (20—25 *M* und mehr), leicht zur Fortpflanzung[8]) schreitet. Die Jungfische liefern prachtvolle Beispiele für Atavismus. Bezüglich anderer Fische verweise ich auf die Literatur (s. Anm. 3 S. 288).

Auf das wichtigste Kapitel der Fischkrankheiten[9]) kann ich leider nicht eingehen. In sorgfältig gehaltenen und kontrollierten Aquarien treten jahrelang keine Epidemien auf. Ist dies doch der Fall, räumt man den verseuchten Behälter aus, verbrennt den Inhalt und des-

---

1) S. Anm. 2 S. 288. Stansch, K., Der Makropode und *Polyacanthus cupanus*. Bibl. Heft 2, 4. Aufl. Geyer, H., Der Makropode. Bl. 1910, S. 97. Vgl. weiter Schreitmüller, W., Bl. 1910, S. 261, Zimmermann Bl. 1911, S. 168, Wrede W. 1909, S. 575.

2) Stansch, K., Die lebendgebärenden Zahnkarpfen *(Cyprinodontidae viviparae)*. Bibl. Heft 4, 4. Aufl.

3) Zimmermann, *Xiphophorus helleri*. Bl. 1909, S. 715. Vgl. weiter Ehnle Bl. 1910, S. 230.

4) Engmann, P., Die Cichliden II. Cichliden der alten Welt. Bibl. Heft 22. C. H. Schoeller, Ein neuer Chromis. Bl. 1903, S. 185ff. Vgl. weiter Huckfeldt Bl. 1904, S. 261; Stettner W. 1906, S. 248; Klapproth W. 1909, S. 445; Ehnle Bl. 1910, S. 845; Geidies Bl. 1912, S. 679.

5) Stansch, K., Die Barben und die den Barben verwandten Arten. Bibl. Heft 3, 3. Aufl. A. Reitz, *Barbus conchonius Ham. u. Buch.* W. 1911, S. 375. Vgl. hiezu Finck Bl. 1912, S. 271.

6) Thumm, J., *Danio rerio*. W. 1905, S. 829. Vgl. hiezu Zimmermann W. 1906, S. 219; Hartwig W. 1908, S. 213; Dallmann Bl. 1911, S. 149.

7) Köhler, W., Die Goldfischabarten und ihre Zucht. Bl. 1907, S. 33. Vgl. hierzu Laackmann Bl. 1912, S. 819. Stansch, K., Der Schleierschwanz und die übrigen Abarten des Goldfisches. Bibl. Heft 5. 2. Aufl.

8) Schreitmüller, W., Über die Zucht des Schleierschwanzes und seiner Verwandten. Bl. 1912, S 399. Vgl. hiezu Glinicke W. 1905, S. 133; Reitz W. 1909, S. 225; Peyrl W. 1910, S. 217; Hohmann W. 1912, S. 235. Schreitmüller, W., Über das Laichgeschäft des Goldfisches im Aquarium. Bl. 1910, S. 773; Gläßel Bl. 1911, S. 300.

9) Hofer, B., Handbuch der Fischkrankheiten. 2. Aufl. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (E. Nägele) Stuttgart 1906. 13.75 *M*. Stansch, K., Die Fischkrankheiten, ihre Ursachen und Heilung. Bibl. Heft 11, 2. Aufl. Köhler, W., Die häufigsten parasitären Krankheiten unserer Aquarienfische. Bl. 1906, S. 487ff.

infiziert gründlichst. Wunden verpilzen gewöhnlich, d. h. werden von Saprolegniazeen überwuchert. Bei schwächlichen Individuen bedeutet dies insofern eine Gefahr, als die Verpilzung weiterschreitet, namentlich die Flossen ergreift, zerstört und schließlich den Fisch tötet. Ich habe fast immer solche Fische durch ein zeitweises Einsetzen in ein alteingerichtetes Aquarium heilen können.

Amphibien. Für die Haltung der luftatmenden Amphibien kommt das feuchte Terrarium beziehungsweise der Kombinationstyp (Aquaterrarium) in Betracht. Eine Ausnahme machen nur die Molche[1]), die man das ganze Jahr im Aquarium halten kann.[2]) Der Grund für diese scheinbar unnatürliche Maßregel liegt darin, daß die Molche auch im Kombinationsvivarium das Wasser früher oder später verlassen, sich verkriechen und nur schwer oder gar nicht fressen, infolgedessen abmagern und schon während des Winters oder im Frühjahr zugrunde gehen; außerdem verlieren sie ihre charakteristische Wassertracht und werden unansehnlich. Anderseits aber treten im Aquarium überwinterte Exemplare in normale Brunst. Als Behälter werden zweckmäßig für die kleinen Arten *(vulgaris L., alpestris Laur., palmatus Schneider* und *montandoni Boul.)* große Einsiedegläser, für *cristatus Laur.* 30—40 cm lange Aquarien verwendet. Diese sollen nur niedrigen Wasserstand (10 bis 20 cm) besitzen und so eingerichtet sein, daß die Tiere jederzeit an die Oberfläche gehen und hier ruhen können. Entweder türmt man an einer Stelle Steine übereinander oder bepflanzt so dicht mit *Helodea, Ceratophyllum* od. ä., daß deren oberste Teile einen bequemen Ruheplatz bieten. Als Bodengrund verwende man nur Sand. Der Standort der Behälter sei kühl (im Winter bei 5—10°) und gegen die Sonne geschützt, also am besten ein gegen Norden gelegenes Fenster; bedeckt wird mit Gaze und außerdem noch mit einer gut aufliegenden Scheibe. Als oberstes Prinzip für die Haltung der Molche gilt strengste Reinlichkeit; Futterreste, Exkremente und ev. die abgestreiften Häute müssen entfernt werden. Es wird daher auch empfohlen, gar keinen Bodengrund zu verwenden und das Wasser öfters zu wechseln. Individuen, die nicht im Wasser bleiben wollen, nicht fressen und an den Wänden in die Höhe kriechen, was namentlich bei *vulgaris* häufig vorkommt, setze man in Einsiedegläser oder runde flache Aquarien, deren Boden mit Moospolstern, Selaginella u. a. bedeckt ist, wo man sie jederzeit leicht auffinden kann; am besten ist es aber, ihnen die Freiheit zu geben. Gefüttert werden die kleineren Arten und jugendlichen Exemplare mit Insektenlarven *(Tendipes)*, Enchyträen, Froschlarven, kleinen Regenwürmern, die größeren *(cristatus)* mit großen Regenwürmern. Als Notbehelf können auch Streifen geschnittenen Fleisches verwendet werden, die man mittels eines Holzstäbchens vor den Augen des Tieres hin und her bewegt. Während der Wintermonate füttere man nur wenig.

Um die interessante Entwicklung der Molche zu studieren, setze man im Frühjahre brünstige Tiere in geräumige, nicht zu hohe, gut bepflanzte Behälter. Nach der Befruchtung wird das Männchen entfernt, nach dem Ablaichen auch das Weibchen. Die jungen Molche werden wie junge Fische aufgezogen. Reinlichkeit ist auch hier sehr zu empfehlen. Die Aufzucht der Larven zu geschlechtsreifen Exemplaren ist schwierig, am leichtesten noch bei *cristatus*. Dazu ist vor allem nötig, eine zu frühe Metamorphose zu verhindern, was nur dann gelingt, wenn man die Larven recht kühl hält und reichlich füttert; es kommt nicht selten vor, daß einzelne Larven neotenisch werden. Nach der Metamorphose setze ich den größten Teil der

---

1) Wolterstorff, W., Unsere Salamander und Molche und ihre Pflege. Bl. 1911, S. 174 ff. Vgl. hiezu Wolterstorff Bl. 1912, S. 188; Klinge, W., Ein Beitrag zur Biologie der Tritonen. W. 1907, S. 469 ff.

2) Gerlach, G., Einiges über Tritonen. Bl. 1912, S. 223.

Jungen in Freiheit, namentlich solche, die dem Wasser zu entrinnen suchen. Einige behalte ich aber immer zurück und bringe sie in Behälter wie früher beschrieben, aber nur dann mit ausgewachsenen Tieren zusammen, wenn ich den Schülern die Erscheinungen der Regeneration demonstrieren will; dazu bietet sich übrigens während der Aufzucht öfter Gelegenheit, als einem lieb ist.

In der gleichen Weise wie die Molchlarven werden die Larven von *Salamandra maculosa* aufgezogen, die aber sofort mit Krustazeen, Insektenlarven und Enchyträen gefüttert werden können. Man kann sie schon im Herbste erhalten, wenn man trächtige Exemplare tötet und die Jungen herausnimmt.

Anurenlaich bringt man in bepflanzte Aquarien mit nicht zu hohem Wasserstand und reichlichem Detritus und Fadenalgen. Acht Tage alten Kaulquappen bietet man Fleisch, am besten in der Weise, wie Kammerer es empfiehlt. Man bindet linsengroße Stückchen rohen Fisch-, Frosch- oder Rindfleisches an Zwirnsfäden und hängt sie über den Aquarienrand ins Wasser; eventuelle Reste werden nach 24 Stunden entfernt.

Als klassisches Beispiel für Neotenie dienen die schwer zu beschaffenden Larven vom Axolotl (*Amblystoma*-Arten[1]), wovon die Art *tigrinum Green.*=*mavortium Baird* besonders empfehlenswert ist. Sie schreitet in der Regel zur Fortpflanzung, auch gelingt es, sie zur Metamorphose zu bringen, wenn man 6—7 Monate alte Exemplare in flache Uferaquarien setzt und ganz allmählich den Wasserstand erniedrigt. Im Winter halte man sie in geheiztem Raume. Nicht allzu selten sind unter den Jungen Albinos.

Endlich möchte ich des Grottenolms, *Proteus anguineus Laur.* Erwähnung tun, der, wie die Untersuchungen Kammerers[2]) beweisen, nicht schwer in Gefangenschaft zu halten ist. Man verwende hierzu etwa 10 cm hohe Vollglasaquarien (30—40 l), worin man Kalksteinbrocken so gruppiert, daß der Boden bedeckt ist und Verstecke entstehen. Den Behälter bedeckt man mit einem Dunkelsturz, in dessen Vorderwand sich eine verschließbare Öffnung befindet, wodurch man die Tiere beobachten kann. Besetzt man diesen Behälter nur mit 2 bis 3 Stück, so ist auch eine Durchlüftung überflüssig. Gefüttert wird mit Tubifex, der aber jedenfalls durch Enchyträen ersetzt werden kann. Der Olm ist keineswegs jenes zarte und empfindliche Tier, als das er gewöhnlich geschildert wird, er ist vielmehr außerordentlich anpassungsfähig, nur hüte man ihn vor schroffem Wechsel irgendeines Faktors. Er fühlt sich im Sommer ebenso wohl wie im Winter, wenn nur der Übergang von der höheren zur niedrigeren Temperatur allmählich geschieht. Um die interessante Verfärbung zu zeigen, kann man einen oder den anderen Olm auch in einem bepflanzten Aquarium im Lichte halten; bringt man ihn dann wieder ins Dunkle, so verschwindet die Pigmentierung.

Bezüglich der wirbellosen Tiere muß ich mich leider ganz kurz fassen, trotzdem sie didaktisch von größter Wichtigkeit sind. Die Technik ihrer Haltung ist eine sehr einfache. Ich erwähnte schon, daß in keinem Aquarium Schnecken[3]) fehlen sollten. Sie pflanzen sich hier auch fort und gedeihen, ohne speziell gefüttert zu werden, fast besser wie in eigenen Behältern. Hält man sie für sich, so beachte man, daß die meisten Formen Allesfresser sind.

---

1) Geyer, H., Bemerkungen über den Axolotl und eine verwandte Art, seine Zucht und Pflege. Bl 1909, S. 369. Geyer, H., Die Umwandlung des Axolotl in die landbewohnende Form. Bl. 1909, S. 370. Vgl. hiezu W. 1912, La. S. 37.

2) Kammerer, P., Experimente über Fortpflanzung, Farbe, Augen und Körperreduktion bei *Proteus anguineus Laur.* Arch. f. Entwicklungsmech. XXXIII 1912.

3) Ziegeler, M., Das Leben der Süßwasserschnecken. Bibl. Heft 14/15.

Zur Aufzucht verwendet man Gefäße mit reichlicher Algenvegetation an den Wänden und Detritus am Boden. Muscheln hält man am besten in durchströmten Aquarien.

Von Einsiedegläsern als Behälter wurde schon früher gesprochen. Sie eignen sich namentlich für räuberische Arthropoden und deren Larven, die mit kleinen Fischchen, Kaulquappen, Regenwürmern, Daphnien gefüttert werden.

Um das Mikroorganismenleben unserer Teiche und Tümpel zu demonstrieren, richte man ein größeres Aquarium so ein, wie Abb. 165 es darstellt, mit Erde als Bodengrund, also ohne Sand, bepflanze etwa mit *Alisma plantago* und einer *Nitella*-Art. Aus den Teichen und Tümpeln der Umgebung bringe man hie und da Teile der Fänge hinein, wobei man nur die Vorsicht walten lassen muß, allzuviele der größeren Räuber fernzuhalten. Eine wahre Fundgrube sind *Fontinalis*-Rasen, Algenwatten und *Riccia*-Polster. Häufig erscheinen in solchen Aquarien spontan Hydren, Spongilliden, Bryozoen u. a.

Kleine Krustazeen, Rotatorien u. a. lassen sich durch längere Zeit nur schwer züchten. Um doch die wichtigsten Formen immer zur Hand zu haben, werden aus verschiedenen Teichen und Tümpeln Proben in größere und kleinere Einsiedegläser gebracht, auf deren Boden man etwas Schlamm gibt. Jedes Glas erhält eine Nummer und werden Proben daraus etwa monatlich durchgesehen und darüber Buch geführt, was unter Kontrolle des Lehrers leicht Schüler besorgen können. Auf diese einfache Weise hält man sich ein prächtiges Material zur Verfügung. Ich besitze über 100 solcher Kulturen und kann jederzeit mit Sicherheit über wichtige Typen der Kleinlebewelt verfügen, was für den Unterricht, namentlich für die Schülerübungen, sehr nützlich ist.

Überwinterung. Alle mit heimischen Pflanzen und Tieren besetzten Vivarien müssen während des Winters in einem recht kühlen Raume (5—8° C) stehen. In solchen Aquarien, die ausschließlich mit Pflanzen besetzt sind, die im Spätherbst einziehen, müssen die Tiere um diese Zeit entfernt werden. Die Behälter werden entweder entleert (siehe aber Anm. 1 S. 274), oder bleiben ohne Tierbesatz stehen; die Pflanzen treiben im Frühjahr wieder aus. Je mehr wintergrüne Pflanzen sich im Aquarium befinden, desto mehr Fische kann man auch während des Winters darin belassen, nur bedenke man, daß die zulässige Maximalzahl eine geringere ist. Faulende pflanzliche und tierische Reste sollen entfernt werden, eine allzu dichte Vegetation *(Helodea, Sagittaria)* ist zu lichten, da die Kohlensäureausscheidung der Pflanzen den Tieren gefährlich werden kann, namentlich wenn mehrere Tage hindurch trübes Wetter herrscht; um das Licht möglichst auszunützen, wird der Algenbelag von Fenster- und Seitenscheiben entfernt.

Freilandaquarien[1]). So sehr Luft und Licht das Gedeihen der Pflanzen und dadurch indirekt die Tierwelt wie nichts anderes fördern, so ist für bepflanzte Aquarien das Freiland, abgesehen von anderen Gründen vor allem wegen der den Tieren drohenden Gefahr einer zu starken Erwärmung durch die Sonne und der durch kein Mittel hintanzuhaltenden Veralgung kein guter Standort. Für Sumpfpflanzen dagegen gibt es keinen besseren; bei vollem Luft- und Lichtgenuß und gutem Bodengrund entwickeln sie sich nicht selten üppiger als an ihrem natürlichen Standort, namentlich im zweiten oder dritten Jahre. Man kann für solche Freilandpaludarien zwar auch Glasgefäße (Abb. 169) als Behälter wählen, viel besser aber eignen sich halbierte Fässer. Fische einzusetzen empfiehlt sich nicht, da man nicht bedecken kann; dagegen entwickelt sich die Kleinlebewelt in reicher Fülle.

---

1) Saar, K., Mein Freilandaquarium. Bl. 1906, S. 168ff. Vgl. hierzu Löns W. 1907, S. 609. Ruda, G. W. 1910, S. 374.

Petroleumfässer bekommt man leicht und billig zu kaufen. Man laugt sie zunächst durch Wochen gründlich aus, durchsägt sie dann in der Mitte, brennt sie mit Stroh so lange aus, bis die innere Wand gut verkohlt ist, füllt dann mit Bodengrund bis etwa zur halben Höhe und bepflanzt. Im Spätherbst, nach den ersten Fröſten wird, nachdem die Pflanzen eingezogen haben, das Wasser entleert und der Kübel samt Bodengrund feucht an einem frostfreien Ort überwintert.

Von den Freilandaquarien zu den Freilandbecken kleineren[1]) und größeren[2]) Maßstabes ist nur ein Schritt. Leider können wir ihn aber aus Raummangel nicht machen, und ich begnüge mich, einige Literatur anzuführen.



Abb. 169. Freilandpaludarium.

b) Durchströmte Aquarien.

Wenn wir von Zementbassins absehen, kommen auch hier als Behälter in erster Linie eiserne Gestellaquarien in Betracht. Denn da man in durchströmten Aquarien vorzugsweise größere Fische halten wird, soll ein solcher Behälter mindestens 80—100 l Fassungsvermögen besitzen. Es scheidet daher das Vollglasaquarium schon aus diesem Grunde aus und könnte höchstens der erste Typus (dickwandiges und grünes Glas) Verwendung finden. Aber auch davon rate ich ab, weniger deshalb, weil in der Aufsicht die Farbe des Glases und die Unebenheiten der Scheiben viel mehr stören wie in der Durchsicht, als wegen der Schwierigkeit, die Wasserableitung so zuverlässig durchzuführen, daß ein Über- oder Leerlaufen sehr unwahrscheinlich gemacht wird. Wenn man auch für so große Gestellaquarien als Vorderwand unbedingt eine Spiegelscheibe wählen muß, lassen sich die Kosten doch dadurch bedeutend verringern, daß man für die übrigen Wände Rohglas verwendet.

Durchströmte Becken stehen am zweckmäßigsten neben dem Auslauf der Wasserleitung (Abb. 170). Der Zulauf zum Aquarium wird entweder von einem in die Mauer gelegten Seitenast des Hauptrohres oder durch ein an einen Seitenhahn des Auslaufhahnes gelötetes Bleirohr gespeist. Den Auslauf in das Aquarium bildet entweder ein am Ende flach gedrücktes Bleirohr oder eine in eine Spitze ausgezogene Glasröhre, die etwas über der Wasseroberfläche enden, so daß beim Einströmen reichlich Luft mitgerissen wird. Um eine namentlich für größere Becken notwendige Wasserzirkulation zu erreichen, muß man dafür Sorge tragen, daß das abfließende Wasser möglichst vom Grunde kommt. Bei Gestellaquarien bohrt man zwei- bis dreifingerbreit über dem Bodengrund ein entsprechend großes Loch in die Seitenscheibe (Abb. 170, 171) und setzt hier mittels eines Kautschukstöpsels von innen her ein Kugelrohr

1) Schroeter, O., Die Geschichte meines Freiland-Beckens. Bl. 1903, S. 105. Vgl. besonders Reitmayer Bl. 1913, S. 340.

2) Dietze, R., Über Schulgarten- oder Freilandbassins. Natur und Schule V. (1906) S. 400. Ziegeler, M., Gartenteiche. W. 1910, S. 387. Vgl. hiezu Behrens, W. 1904, S. 228; Riedel Bl. 1912, S. 149; Schmalz Bl. 1912, S. 154; Kranz Bl. 1912, S. 307.

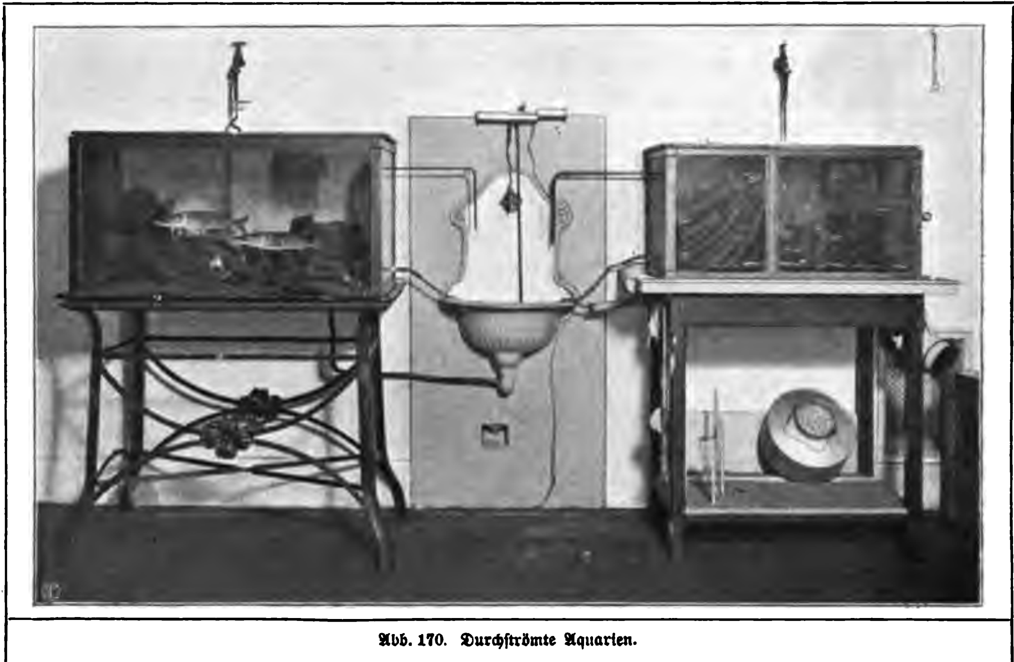


Abb. 170. Durchströmte Aquarien.

ein, dessen äußeres Ende durch einen kurzen Schlauch mit einem über dem Wasserleitungsablauf endenden Bleirohr verbunden wird; durch einen Quetschhahn kann reguliert werden. Zum Schutz gegen Beschädigungen wird über das durchlöcherte Kugelrohr ein kleines Holzkistchen gestülpt, das durch darauf gelegte Steine festgehalten und maskiert wird (Abb. 171). Ein zweites Loch wird in die gleiche Scheibe in der Höhe des gewünschten Niveaus gebohrt und mit einer analogen Ablaufvorrichtung versehen (Abb. 170).

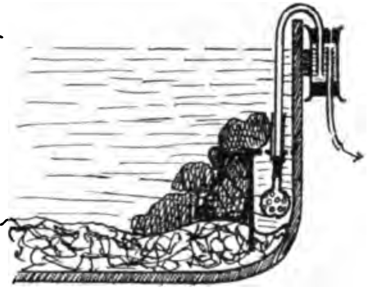
Will man Vollglasaquarien verwenden, so bringt man eine selbstregulierende Ablaufvorrichtung an, wovon es mehrere, meist ganz aus Glas bestehende Konstruktionen gibt. Ich empfehle aber, sich einen Apparat, wie ihn Abb. 172 zeigt, selbst anzufertigen, da er sich leicht auseinandernehmen und reinigen läßt. Verschließt man die Öffnung am oberen Kork, so wirkt er als gewöhnlicher Saugheber. Verläßlich ist aber keine dieser Vorrichtungen; trotz häufiger Kontrolle tritt leicht eine Verstopfung und damit ein Versagen ein.

Im Wasserleitungsnetz kleinerer Städte schwankt der Druck innerhalb erheblicher Grenzen. Es kann daher vorkommen, namentlich wenn abends zu kontrollieren vergessen wurde, daß trotz der beiden eben geschilderten Abläufe mehr Wasser zuläuft, als abfließen kann oder die Kugelrohre sich verstopfen und das Becken überläuft. Besitzt der Vivarienraum einen Betonboden mit Abfluß, so hat das nichts zu sagen. Bei Holzboden kann aber eine daraus resultierende Überschwemmung sehr unangenehm werden; da muß man also unbedingt vorbeugen. Besteht der Tisch aus Holz, so läßt man die Platte mit einem dichtschließenden Rande versehen (der Behälter steht dann auf Holzleisten) (Abb. 170 rechts); besteht er aus Eisen, so stellt man das Aquarium in ein etwas größeres flaches Zinkblechbecken, dessen Ränder schief nach außen stehen, um das von oben herabrinnende Wasser aufzufangen (Abb. 170 links). Natürlich müssen diese Auffangbehälter mit Abflußröhren versehen sein (Abb. 170).

Von Verwendung von Erde und Bepflanzung eines großen durchströmten Aquariums ist abzuraten. Größere Fische, namentlich aber Krebse und Muscheln würden sehr bald die Pflanzen entwurzeln und das Unterste zu oberst kehren. Man bedecke daher den Boden nur mit einer


Abb. 171.
Ablaufvorrichtung.

entsprechend hohen Schicht von gewaschenem grobkörnigen Sand, in den Ecken und an der Rückwand baue man den Tieren aus verschieden geformten Steinen, einem oder dem anderen alten Wurzelstock Versteckplätze. Empfängt das Aquarium genügend Licht, so verwende man mit *Fontinalis antipyretica* bewachsene Steine. Um ein Herausspringen der Fische zu verhindern, bedeckt man die Behälter mit Holzrahmen, die mit grobmaschigem Drahtnetz bespannt sind (Abb. 170).


Abb. 172.
Selbstregulierende Ablaufvorrichtung.

Hält man größere Raubfische, namentlich Hechte, so muß man sich für den Winter einen größeren Vorrat von Futterfischen verschaffen, die sich leicht in durchströmten Behältern halten lassen; im Notfalle eignet sich hierfür auch ein mit Zu- und Abfluß versehenes größeres Faß.

Seewasservivarien.[1])

Seewasservivarien werden als Lehr- und Anschauungsmittel in den Mittelschulen nur in ganz vereinzelten Fällen verwendet. Die Ursache liegt einmal in der Schwierigkeit, das Wasser und die Organismen zu beschaffen, weiter in dem ziemlich hohen Preis der dafür gefordert wird, und endlich in gewissen Vorurteilen, wonach die Haltung von Meeresorganismen bedeutend schwieriger sein soll als die der Süßwasserformen. Diese Schwierigkeiten, obwohl unleugbar vorhanden, sind doch keineswegs unüberwindlich. Auch hier hat uns die Liebhaberei den Weg gewiesen.

Gemessen an unserer Definition des Vivariums scheint das typische Seewasseraquarium dieser Bezeichnung nicht ganz zu entsprechen, denn es enthält in der Mehrzahl der Fälle nur oder fast nur Tiere. Die fehlenden Sauerstoffproduzenten müssen durch künstliche Luftzufuhr ersetzt, das Aquarium muß durchlüftet werden. Das hat zwei Gründe. Einmal besteht die Pflanzenwelt des Meeres bekanntlich fast nur aus Algen, die sich in einem mit beweglichen größeren Tieren besetzten Aquarium nur schwer kultivieren und zu entsprechendem Wachstum bringen lassen; aber auch wenn dies gelingt (s. S. 303), ist die mögliche Zahl der Tiere sehr sehr viel beschränkter, als in einem gleich großen und entsprechend bepflanzten Süßwasservivarium, da die Assimilationsintensität eine bedeutend geringere ist. Wir können also auch im besten Falle die Durchlüftung nicht entbehren, wenn wir den Raum halbwegs ausnutzen wollen. In einem richtig aufgestellten Seewasseraquarium entwickeln sich aber überall an den Wänden und den Steinen teils flutend, teils als Überzug Algen, so daß es also der Pflanzenwelt keineswegs entbehrt, wenn auch zwischen Pflanze und Tier nicht jene fundamentale, die Selbsterhaltung des Vivariums ermöglichende Beziehung besteht. Dazu kommt noch, daß die Durchlüftung keineswegs so unnatürlich ist, wie es auf den ersten Blick aussieht, da die im

1) Urban, F., Mitteilungen über Schulvivarien. II. Meerwasservivarien. Monatshefte f. d. naturw. Unterr. VII, Heft 1 u. 2. Berndt, W., s. Anm. 1 S. 271. Müllegger, S., Das Seewasseraquarium. I. Seine Einrichtung und Pflege. Bibl. Heft 18. II. Tiere und Pflanzen. Bibl. Heft 20. Cori, Der Naturfreund am Strande der Adria, Klinkhardt, Leipzig. Kuckuck, Der Strandwanderer Lehmann, München. Eine sehr wichtige Arbeit ist: Köhler, W., Woran liegt die Hinfälligkeit der meisten Seetiere in unseren Aquarien? Bl. 1909, S. 75ff. Vgl. hiezu Cori Bl. 1909, S. 101. Müllegger Bl. 1909, S. 120ff. Gild Bl. 1912, S. 744.

Seewasservivarium gehaltenen Tiere meist der Uferzone angehören, also in mehr oder weniger bewegtem Wasser, vielfach wie viele Aktinien in der Brandung selbst leben.

Bevor man darangeht, ein Seewasservivarium einzurichten, versichere man sich einer Bezugsquelle für Seewasser.[1]) Von der Benutzung sog. künstlichen Seewassers rate ich, namentlich dem Unerfahrenen, ganz entschieden ab, er scheue die verhältnismäßig geringen Kosten der Wasseranschaffung nicht. Ich leugne zwar nicht, daß es Tiere gibt, die auch im künstlichen Wasser, namentlich wenn es bereits längere Zeit in Verwendung stand, am Leben erhalten werden können, von einem freudigen Gedeihen ist aber nie und nimmer die Rede. Ob man nun Adria- oder Nordseewasser verwendet, bzw. also Organismen des einen oder anderen Meeres zu halten gedenkt, hängt wohl in erster Linie von der Lage des Wohnortes ab.

Als Behälter wähle der Anfänger vierseitige, verhältnismäßig hohe Vollglasaquarien von etwa 30—40 l Inhalt. Zwar wären auch hier Gestellaquarien vorzuziehen, wenn nicht der Kitt, der vom Seewasser angegriffen wird, eine große Gefahr bedeuten würde.[2])

Standort. Seewasservivarien verlangen einen gut belichteten Standort, vor allem Oberlicht. Am geeignetsten ist für Nord- und Ostseeorganismen ein Platz vor einem Nord- oder Nordostfenster, für Tiere und Pflanzen der Adria ein Ost- oder Südostfenster. In Räumen, deren Fenster gegen Süden oder Westen liegen, rückt man die Vivarien entsprechend vom Fenster ab oder stellt sie, wie ich es empfehlen kann, an eine gut belichtete Seitenwand des Zimmers. Man kann sich leicht durch Kontrollversuche davon überzeugen, um wieviel die Haltbarkeit, Schönheit und Freßlust der meisten Tiere in einem gut von oben belichteten Behälter[3]) größer ist als in einem dunkel gehaltenen. Daher ist es ein schlechter Dienst, den man dem Anfänger leistet, wenn man ihm rät, seine Seewasservivarien in Kellerräumen aufzustellen, da diese ja fast immer schlecht oder gar nicht belichtet sind. Man begründet diesen eigentümlichen Rat noch immer mit der Behauptung, daß Seewasservivarien eine gleichmäßig kühle Temperatur brauchen. Das ist ganz falsch. Seewasservivarien, namentlich solche, die mit Adriatieren und Pflanzen besetzt sind, bedürfen in dieser Richtung keiner anderer Vorsichtsmaßregel als Süßwasservivarien, d. h. man schützt sie gegen allzu starke Besonnung. Man hat nur bei steigender Temperatur sorgfältig darauf zu achten, daß die Luftversorgung eine genügende ist. Im Winter sollen Adriatiere nicht in einem Raume gehalten werden, dessen Temperatur längere Zeit unter 10° C beträgt.

Über den Seewasservivarien bringt man zweckmäßig eine Lichtquelle (Gas, elektrisches Licht) an (Abb. 173), da die Farben der Tiere, namentlich der Aktinien im künstlichen Lichte besonders leuchtend erscheinen; auch die Fütterung wird dadurch wesentlich erleichtert.

Als Bodenbelag verwende man völlig rein gewaschenen Sand, womöglich Meeressand[4]), dessen Korngröße vielfach von den Tieren abhängt. In die hinteren Ecken, beziehungsweise auch an die rückwärtige Wand, gruppiere man verschieden geformte Gesteinstücke, die wenn möglich von der Küste oder aus dem Meere stammen sollen (als Ersatz dient von den heimischen Steinen am besten der Granit), so, daß Höhlungen und Verstecke entstehen; einzelne der Steine mit Zement zu verkitten, wie das häufig empfohlen wird, ist dringend zu widerraten, nicht nur weil unnatürlich und wegen der Gefahr, die der Zement mit sich bringt, sondern aus technischen Gründen, da jeder Stein für sich immer leicht wegzuheben sein soll. Daß man

1) Nordsee: Biologische Station, Helgoland. Ad. Siegfried, Nordseebad Büsum. Adria: K. k. zoologische Station, Triest, St. Andreae.

2) S. Urban, a. a. O. S. 297.

3) Selbstverständlich sorgt man auch für schattige Plätze.

4) Besonders geeignet ist der Wattensand der Nordsee und der Foraminiferensand der Adria.

auch in Seewasservivarien nicht Raub- und Beutetiere zusammenhalten darf, wenn man letztere nicht zu opfern wünscht, ist selbstverständlich. Aber man soll auch festsitzenden Tieren wie größeren Röhrenwürmern, Aszidien und namentlich den Aktinien einen eigenen Behälter einräumen, einmal um ihnen die fortgesetzten Störungen seitens der schwimmenden und kriechenden Insassen zu ersparen, anderseits um zu verhüten, daß letztere größeren Seerosen zum Opfer fallen.



Abb. 173. Seewasservivarium.

Dem Anfänger sei dringend empfohlen, sich zunächst mit der Haltung einiger Aktinien (am besten *Actinia equina L.*, *Bunodes gemmaceus Ell.*, *Heliactis bellis Ell.*) vertraut zu machen, weil ihre Pflege verhältnismäßig einfach ist und die Mehrzahl feucht zwischen Moos oder Schwämmen versandt werden kann, was die Kosten bedeutend vermindert. Da sich die meisten Seerosen gerne auf Steine setzen, bedecke man auch den Sandboden ihres Beckens teilweise damit. Sehr zweckmäßig ist es, an der Rückwand eines Seerosenbeckens eine Schieferplatte aufzustellen (Abb. 173), worauf man mit Asphalt einzelne Gesteinstücke befestigt hat. Andere Aktinien graben sich in den Sand ein (Abb. 173 vorne); die Zerianthusarten verlangen einen solchen feinster Körnung, der auch für andere Tiere wie wühlende Krabben, Seesterne u. a. Grundbedingung des Wohlbefindens ist.

Durchlüftung[1]). Die Sauerstoffversorgung eines mit größeren Tieren besetzten Seewasservivariums kann, da kontinuierlicher Wasserwechsel in der Regel wohl unmöglich ist, nur durch Zuführung von Luft geschehen; das Wasser muß durchlüftet werden. Solange es sich um die Durchlüftung eines einzigen Aquariums handelt, reicht ein sog. Flaschendurchlüfter völlig aus. Ich habe einen solchen durch längere Zeit in einer Zusammenstellung verwendet, wie sie die umstehende Abb. 174 schematisch darstellt. *B* ist eine große Flasche (mindestens 10 l), deren nicht zu weiter Hals durch einen gut gequetschten Kork bester Qualität vollkommen dicht verschlossen ist. Der Kork ist mit drei Bohrungen versehen: in der mittleren steckt ein etwa 1,5 m langes, bis knapp über den Boden reichendes Glasrohr *b* von 6—7 mm lichter Weite, in den beiden seitlichen englumigere, dafür aber starkwandigere Röhren (*c*, *d*), die in einer aus der Abbildung ersichtlichen Weise gebogen sind und kaum über die Basisfläche des Korkes hinabreichen. Auf einer Konsole oder einem Kasten steht eine zweite mit Wasser gefüllte Flasche *A*, darin ein U-förmig gebogenes Heberrohr (*a*), dessen längerer Schenkel durch ein kurzes Stück Kautschukschlauch mit *b* verbunden ist; *c* steht durch einen Druckschlauch mit einer Druckpumpe in Verbindung. Als solche kann eine Fahrradpumpe mit Rückschlagventil benutzt werden, bzw. müßte ein solches in das Ende des Schlauches vor der Pumpe eingepaßt werden. Von *d* geht ein Schlauch zum Ausströmer. Um den Apparat auf seine Dichtheit zu prüfen, schließt man die

1) Gruber, A. Über die Durchlüftung der Aquarien. Bl. 1913, S. 117.

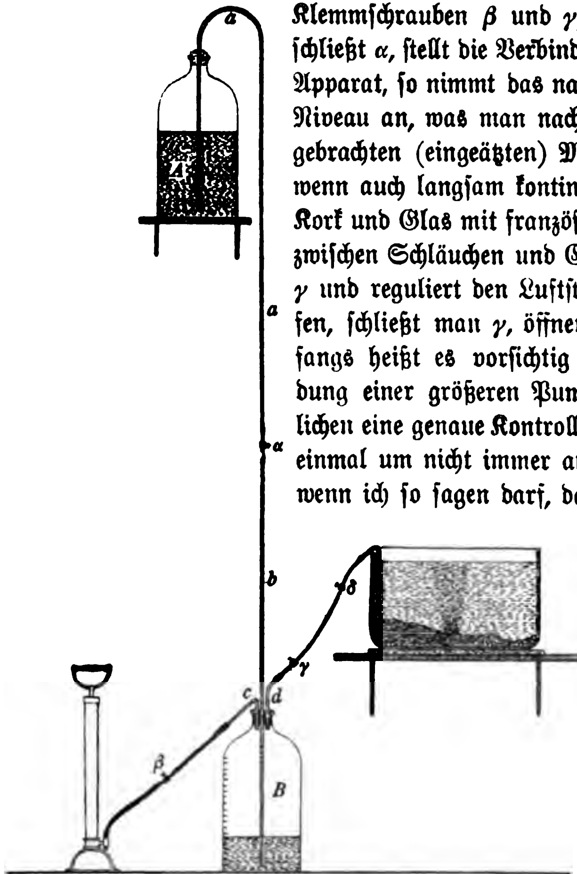


Abb. 174. Durchlüftungsapparat.

Klemmschrauben β und γ, schiebt den Schlauch von *b* zurück, saugt an, schließt α, stellt die Verbindung mit *b* wieder her und öffnet α. Dichtet der Apparat, so nimmt das nach *B* strömende Wasser sehr bald ein konstantes Niveau an, was man nach den an *B* seitlich in etwa 1 cm Abstand angebrachten (eingeätzten) Marken leicht feststellen kann. Steigt es jedoch wenn auch langsam kontinuierlich, so bestreicht man alle Fugen zwischen Kork und Glas mit französischem Siegellack und versieht die Verbindungen zwischen Schläuchen und Glas mit doppelten Ligaturen. Nun öffnet man γ und reguliert den Luftstrom ein für allemal durch δ. Ist *A* leergelaufen, schließt man γ, öffnet β und treibt das Wasser nach *A* zurück. Anfangs heißt es vorsichtig sein, auf daß man, namentlich bei Verwendung einer größeren Pumpe, nicht zu rasch pumpe; die Marken ermöglichen eine genaue Kontrolle. Es empfiehlt sich, *B* nicht völlig zu entleeren, einmal um nicht immer ansaugen zu müssen, andererseits aber auch, um, wenn ich so sagen darf, das Wasser völlig auszunützen; denn das von *A* nach *B* fließende Wasser ist, soweit es den Überdruck erzeugen muß, eigentlich für die Ausströmung unwirksam. Bei meiner Anlage faßt *A* 1,5 l weniger wie *B*; ich weiß, bis zu welcher Marke das Wasser in *B* sinken darf, um *A* fast zu füllen; in diesem Moment öffne ich γ, schließe β und das Spiel beginnt sofort von neuem. Kann die ganze Anlage etwas mehr kosten, so verwende man vor allem Kautschuk- statt Korkstöpsel, versehe *c* und *d* mit Hähnen, verwende ev. statt der Flaschen Zinkblechbehälter (*B* mit einem Wasserstandglas und aufgelöteten, mit Hähnen versehenen Ansatzstücken (*c*, *d*)), statt der Glasrohre *a* und *b* fix montierte Bleirohre usw.

Besitzt man mehrere Becken, so entspricht ein solcher Durchlüfter nicht mehr den Anforderungen. Entweder schaffe man sich eine größere Druckpumpe und einen mit Manometer und Reduzierventil versehenen Luftkessel an (etwa 20—30 ℳ) (Abb. 175) oder, wenn noch mehr Mittel zur Verfügung stehen, einen mit Wasserkraft zu treibenden Druckluftapparat. Erstgenannte Apparatur ist zwar sehr empfehlenswert und genügt allen Ansprüchen vollkommen, aber einmal ist das Aufpumpen, das je nach der Zahl der Aquarien ein- bis mehrmals täglich geschehen muß, recht lästig und weiter rostet der Kessel nach zwei bis drei Jahren von innen durch, wenn man ihn nicht von Zeit zu Zeit gut austrocknen läßt. Durch Löten läßt sich da ja abhelfen, aber das nützt, wenn er dauernd in Gebrauch steht, nur für kurze Zeit. Ich habe daher einen durch Wasserkraft[1]) zu treibenden Druckluftapparat[2]) gekauft[3]) (36 ℳ), der von einigen Launen abgesehen seit zwei Jahren recht zufriedenstellend arbeitet, solange die Dichtungen der Wasserpumpen schließen und die Ausströmer

1) Das ideale Betriebsmittel wäre auch hier (s. Heizung) der elektrische Strom; leider sind die Anschaffungskosten für Motor und Pumpe sehr hoch. Vgl. hiezu Rau, W. 1910, S. 645.

2) Tatzelt, Theorie der Durchlüfter mit Druckwasserbetrieb. W. 1911, S. 185.

3) Kindel und Stoeffel, Berlin SW 18, Alexandrinenstr. 8. Vgl. hiezu Schreitmüller Bl. 1908, S. 630.

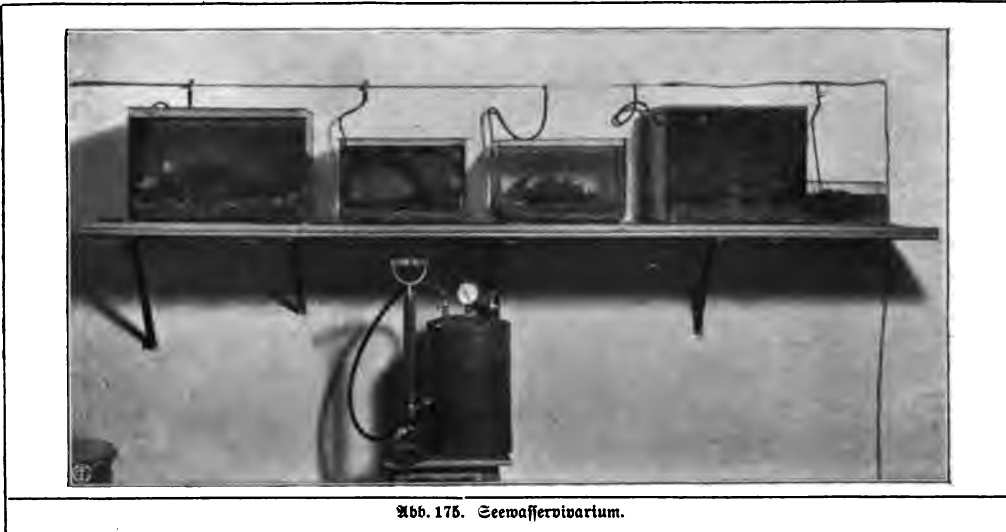


Abb. 175. Seewasservivarium.

nicht verquollen sind; von Zeit zu Zeit müssen sie ausgewechselt werden. Wesentlich ist, daß man die Dichtungen vor dem Einsetzen etwa 24 Stunden in Öl aufquellen läßt. Ob man mit Luftkessel oder mit Druckluftapparat arbeitet, empfiehlt es sich in jedem Falle, die Luftverteilung in der Weise vorzunehmen, wie sie in Abb. 175 dargestellt ist[1]), nur achte man sehr genau darauf, daß nirgends Metallteile mit Seewasser in Berührung kommen. Vom Druckluftapparat erfolgt die Zuleitung durch ein dünnes Bleirohr, an dessen tiefster Stelle ein Rohr mit Hahn zum Ablassen ev. in die Leitung gelangten Wassers angebracht ist.

Als Ausströmer dient im einfachsten Falle ein schiefgeschnittenes Stück spanischen Rohres von etwa 3 mm Dicke, das in den horizontalen Schenkel eines zweimal gebogenen Glasrohres (Abb. 174, 176) dicht eingesetzt wird. Dies erreicht man entweder dadurch, daß man das trockene Rohr möglichst knapp einpaßt und dann im Wasser quellen läßt oder mittels Siegellack befestigt; niemals darf zu einer Verbindung im Meerwasser Kautschuk verwendet werden. Statt der zerbrechlichen Glasrohre werden heute meist Hartgummirohre benutzt, die sich im Dampfstrahl beliebig biegen lassen. Steht ein hoher Druck (Luftkessel) zur Verfügung, so verwendet man Buchsbaum- oder Lindenholzplatten als Ausströmer, die eine ideal feine Verteilung der Luft gestatten. Die Durchlüftungsrohre werden möglichst unauffällig angebracht, die Ausströmer durch Steine maskiert.

Meerwasser läßt man sich in einem entsprechend großen Säureballon[2]) in Strohpackung kommen[3]), wobei leicht Fische mitgesandt werden können, wenn bereits Seewasservivarien vorhanden sind. Nach der Ankunft bleibt der Ballon zwei bis drei Tage auf einem Tische stehen, bevor man das Wasser abhebert, wobei dann darauf zu achten ist, daß man mit dem Schlauch nicht bis auf den Boden kommt, um ein etwaiges Sediment nicht aufzuwühlen. Die Füllung des Behälters geschieht mittels eines kleineren Gefäßes nach der früher für Süßwasservivarien beschriebenen Weise bis etwa 3 cm unterhalb des oberen Randes. An einer Stelle wird der Wasserstand markiert, bis hierher wird dann das verdunstete Wasser durch Süßwasser oder destilliertes

Abb. 176. Ausströmer aus spanischem Rohr.

1) Luftleitung „Air" der Firma Kindel und Stoeffel.
2) Geringere Mengen in emaillierten Blechkannen.
3) Man lasse sich etwa doppelt soviel senden, als man braucht.

Wasser ersetzt, das mittels eines Zerstäubers auf die Oberfläche gespritzt wird. Mittels Aräometer mißt man sofort nach dem Einfüllen die Dichte des Wassers, um auch in dieser Hinsicht immer kontrollieren zu können; denn die Dichte muß immer die gleiche bleiben, worauf meist zu wenig geachtet wird. Daß die Organismen nur in aus ihrer Heimat stammendes Wasser, also Mittelmeertiere nicht in Nordseewasser gesetzt werden, ist wohl selbstverständlich. Die Behälter werden mit Glasscheiben bedeckt.

Nun wird durch 12—14 Tage kräftig durchlüftet. Inzwischen bestellt man die Tiere[1]. Ich nehme an, wir hätten uns Aktinien[2]), die, wie schon erwähnt, zwischen feuchten Schwämmen oder Moos versandt werden, kommen lassen. Das Kistchen wird geöffnet und Moos oder Schwämme vorsichtig, Schichte für Schichte abgetragen, denn die stark eingeschrumpften Seerosen können sehr leicht übersehen werden. Die Tiere kommen zunächst in ein kleineres Gefäß, dessen Boden mit flachen Steinen belegt und das mit gut durchlüftetem Wasser gefüllt ist, welches ungefähr Außentemperatur besitzt. Hier verbleiben sie so lange, bis sich etwa angeklebte Schwammteile, Moosstückchen, bei manchen Arten auch ausgestoßene Schleimmassen abgelöst haben und sie sich zu öffnen beginnen. Nun werden sie — falls sie sich schon festgesetzt haben mit den Steinen — in ihren Behälter gebracht. Man soll Aktinien nur in den dringendsten Fällen und mit größter Vorsicht von ihrer Unterlage ablösen; manche sind gegen eine Verletzung der Fußscheibe so empfindlich, daß sie daran zugrunde gehen. Ebenso wie die Aktinien können auch viele Krabben und Muscheln versandt werden. Der Transport der Mehrzahl der Seetiere erfolgt jedoch in mit Pergament verbundenen Einsiedegläsern, die in gefächerten Strohkörben stehen. Nach der Ankunft entferne man das Papier, vergleiche die Temperaturen und lasse die Tiere, wenn sie noch wohlauf sind, bis zum Ausgleich in den Gläsern. Schließlich bringe man sie vorsichtig mittels Netz oder Fischglocke in ihre neue Wohnung. Die günstigste Zeit für Seetiersendungen sind März (April) und Oktober (November).

Fütterung. Bezüglich der Fütterung sind wir in einer recht schlimmen Lage, wir können den Tieren meist nur Surrogate bieten. Jene Formen, die sich wie Muscheln und Aszidien von kleinsten im Wasser schwebenden Teilchen ernähren, bringt man am besten in ein mit Fischen oder Garneelen besetztes Becken, wo stets reichliche Detritusteilchen im Wasser schweben. Hält man aber Aszidien und namentlich Röhrenwürmer im Aktinienbecken (Abb. 173), um sie vor den ständigen Belästigungen seitens der Fische zu schützen, so sauge man des öfteren mit einem Glasrohr den Detritus vom Boden auf und lasse ihn ins Wasser zurückfließen; infolge der durch den Luftstrom erzeugten Strömungen halten sich die Teilchen längere Zeit schwebend. Kleineren Fischen, namentlich *Hippocampus*, gebe man Daphnien oder die widerstandsfähigeren Zyklopsarten. Im übrigen sind wir aber im Binnenland angewiesen, die Mehrzahl der Tiere mit Mückenlarven (namentlich von *Tendipes*[3])), Enchyträen oder zerhackten Laubwürmern[4]) zu füttern, als Ersatz dienen Fisch-, Frosch- oder Muschelfleisch; auch feinzerschnittenes Rinderherz wird empfohlen. Frosch (nicht Kröte-) Kaulquappen werden von den größeren Fischen und Aktinien gerne genommen. Vegetabilien sind für manche Tiere Lebensbedingung. Wer in der Nähe der Küste oder in der Großstadt wohnt, verwende jedoch als ausschließliches Futter das Fleisch von Seefischen oder lebenden Miesmuscheln.

---

1) Die Bezugsquellen sind dieselben wie für das Wasser.

2) Wehrenpfennig, P., Die Pflege der Aktinien. W. 1908, S. 497 ff. Vgl. hiezu Schaum Bl. 1910, S. 188 ff. Müllegger, S. Seetierpflege. W. 1909, S. 109. Reitmayer, C. A., Einiges aus meiner Praxis. II. Das Seewasseraquarium. Bl. 1912, S. 86.

3) Ich habe in letzter Zeit mit *Tendipes*-Larven Versuche gemacht und gefunden, daß sie für Grundfische, namentlich *Blennius*- und *Gobius*-Arten und einzelne Aktinien ein vorzügliches und gern genommenes Futter sind.

4) *Lumbricus rubellus.*

Zur Fütterung, die womöglich täglich vorgenommen werden soll, bedient man sich entweder eines zugespitzten Stäbchens, womit man vorsichtig das Nahrungsstückchen so dirigiert, daß das Tier es sehen muß, beziehungsweise es auf die Tentakeln der Seerose fällt, oder man verwendet noch besser ein Glasrohr, das gleichzeitig als Stechheber dient. Es ist peinlich darauf zu achten, daß (namentlich in der ersten Zeit) keine Futterreste am Boden liegen bleiben und die von den Seerosen ausgestoßenen, oft nur teilweise verdauten Massen, die obenauf schwimmen, ebenfalls entfernt werden. Gibt es in dem Behälter Garneelen oder mehrere Individuen von *Nassa reticulata*, im Sande lebende polychäte Würmer, die diese Futterreste fressen, so ist die Gefahr einer Verpestung des Wassers ja nicht so groß; aber man soll da lieber zu vorsichtig sein, denn Seewasser ist eine kostbare Flüssigkeit[1]). Eine große Gefahr bedeuten die Steine, welche den Tieren als Versteck dienen; man muß immer wieder kontrollieren, namentlich wenn das Wasser eine leichte Trübung zeigt, ob sich nicht hinter oder unter ihnen ein verwesendes Tier befindet. Gefährlich sind auch die Süßwasserkrebschen, namentlich die Daphnien, die rasch zugrunde gehen und leicht Trübungen hervorrufen können. Das Wasser soll jährlich mindestens einmal erneuert werden, denn es ist begreiflich, daß in einem Behälter, worin so zahlreiche Tiere leben, die Zusammensetzung infolge der in Lösung gehenden Stoffwechselprodukte ganz andere, in vielfacher Richtung schädliche Eigenschaften annimmt. Allerdings sind die meisten höheren Tiere, namentlich Fische und Krebse, gegen Altwasser nicht sehr empfindlich, was aber auf die Kleinlebewelt angewiesen ist, geht darin unfehlbar zugrunde.

Wir haben schon eingangs erwähnt, daß die Verhältnisse beim Seewasservivarium anders liegen als wie beim Süßwasservivarium. Noch sind wir hier nicht so weit, dem Wasser durch eine üppig gedeihende Pflanzenwelt den für die Haltung einer größeren Zahl von Tieren nötigen Sauerstoff zuführen zu können. Es hat sich nämlich gezeigt[2]), daß die Mehrzahl der größeren Grün-, Braun- und Rotalgen sich nicht an die Verhältnisse im Aquarium gewöhnen lassen, sondern dahin gebracht meist sehr rasch zugrunde gehen. Für einige wenige Arten gelang jedoch eine dauernde Ansiedlung verhältnismäßig leicht dann, wenn sie völlig unverletzt und mit ihrem Substrat ins Aquarium übertragen wurden. Würde diesem Moment immer in entsprechender Weise Rechnung getragen und namentlich der Transport rasch und schonend besorgt werden, so daß die Pflanzen gesund ins Aquarium gelangten, würde sehr wahrscheinlich die Zahl der kultivierbaren Formen rasch zunehmen. Falls man Vertreter der genannten Algengruppen zu pflegen beabsichtigt, lasse man sich, wenigstens für den Anfang, nicht bestimmte Arten senden, sondern am zweckmäßigsten Steine, Aststücke, Muschelschalen od. ä., die einen spärlichen und niedrigen Algenwuchs zeigen; wenn auch selbst davon ein großer Teil abstirbt, gelangen aber damit eine große Zahl von Keimen in das Aquarium, welche die wichtigste Basis für die Schaffung eines Meeresalgenvivariums liefern, nämlich die spontan auftretenden Formen. Man achte nur darauf, daß man nicht unbemerkt Tiere einschleppt, die zugrunde gehen und faulen. Besondere Aufmerksamkeit gebührt in dieser Hinsicht den Meereseicheln *(Balanus)*, die auf aus der Nordsee stammenden Steinen u. ä. oft in außerordentlich großer Menge sitzen; man kratze sie vorsichtig ab. Auf

1) Trübes Wasser kann durch Asbest- oder Kohlefilter wieder brauchbar gemacht werden.

2) Von einem einigermaßen abschließenden Urteil kann jedoch noch keine Rede sein; hierzu müßten die diesbezüglichen Versuche auf weitaus breiterer Basis ausgeführt werden, was wohl zu hoffen ist, da unter den Liebhabern das Interesse an den Meeresorganismen immer mehr zunimmt. Allerdings wäre zu wünschen, daß auch jene Autoren, die mit den Meeresalgen der Lösung wissenschaftlicher Probleme halber sich beschäftigen, ihre technischen Erfahrungen etwas ausführlicher mitteilen würden, als dies gewöhnlich geschieht.

diese Weise gelingt es, wenn auch erst nach 2—3jähriger sorgfältigster Betreuung, ein größeres Meeresalgenvivarium zu schaffen, das nach meiner Meinung in keinem Mittelschullaboratorium fehlen sollte. Denn einmal gibt es dem Lehrer die Möglichkeit, Phäo- und Rhodophyzeen lebend dem Schüler zu demonstrieren, anderseits aber beherbergt es eine Fülle von Organismen, die, obwohl von größter didaktischer Bedeutung, doch im Binnenlande nicht erhältlich sind. So bin ich in der Lage, meinen Schülern lebende Foraminiferen, die Entwicklung von Hydro- und Szyphomedusen, Seeigeln und Seesternen u. v. a. zeigen zu können. Es stellt also ein derart wohlbewachsenes Algenaquarium ein echtes, d. h. sich selbst erhaltendes Vivarium dar, worin man auch einzelne größere festsitzende oder wenig bewegliche Tiere halten kann. So leben in meinem Laboratorium in einem vorwiegend mit *Bryopsis* und *Vallonia* bewachsenen 50 l-Vivarium einige kleine Aktinien *(Heliactis bellis)*, verschiedene Röhrenwürmer, kleine Schnecken und Muscheln, die spontan auftraten, *Asterina gibbosa*, die sich wiederholt fortpflanzten, ja sogar zeitweise ein Kärpflingspaar *(Lebias)*, das laichte u. v. a. Würde man aber ein Algenvivarium mit einer Anzahl größerer Fische, Krebse, Schnecken besetzen, wäre ein Mißerfolg unausbleiblich. Ein großer Teil der Tiere ginge sicherlich binnen kurzem an Sauerstoffmangel zugrunde, da die Assimilationsintensität der Algen eine recht geringe ist. Ersetzt man aber dieses Manko durch künstliche Luftzufuhr, verlieren alsbald die zartblättrigen Algen ihr frisches Aussehen, beginnen zu kränkeln und sterben schließlich ab. Einmal leiden sie nämlich ungemein unter der ständigen Beunruhigung seitens der Tiere, denen sie auch vielfach als willkommene Nahrung dienen, anderseits glaubt man, daß gewisse tierische Stoffwechselprodukte für die Algen Gifte sind. Wahrscheinlicher scheint es mir jedoch, daß es sich um die Wirkung von Bakteriengiften handelt, die ja auch im sog. Altwasser der Süßwasservivarien ein üppiges Algenwachstum hemmen. Unempfindlich scheinen in dieser Hinsicht neben einigen anderen besonders derben Formen jene Fadenalgen zu sein, die spontan in jedem in günstiger Lichtlage befindlichen Aquarium auftreten und an den Wänden und Steinen oft ansehnliche Watten bilden; sie spielen jedenfalls im Stoffwechsel des Aquariums eine Rolle, für die Sauerstoffversorgung dagegen kommen sie wohl kaum in Betracht.

Was mit den Algen nicht möglich ist, kann aber noch gelingen, wenn man die Kulturbedingungen der marinen Phanerogamen *(Zostera, Possidonia)* genügend kennen wird, worüber eingehendere Versuche noch nicht vorliegen.

Landvivarien[1]) (Terrarien).

Landvivarien veranschaulichen das Leben und Zusammenleben von Landorganismen. Wenn dabei auch den Pflanzen nicht jene prinzipielle, wichtige Rolle wie im typischen Wasservivarium zukommt, gehören sie doch mit dem Boden, worin sie wurzeln, zum Begriff des Terrariums.

Überlegen wir, welche heimischen Tiere längere Zeit im Terrarium gehalten werden können, und gehen dabei vor allem von der Voraussetzung aus, daß den Behälterdimensionen

---

1) Während für die Aquarienkunde ein Handbuch, das Technik, Biologie und Systematik in gleicher Weise berücksichtigt, noch fehlt, besitzt die Terrarienkunde ein solches in P. Krefft, Das Terrarium. Ein Handbuch der häuslichen Reptilien- und Amphibienpflege. Verlag F. Pfennigstorff, Berlin, 681 S. 15 M.

Das Buch ist ausgezeichnet geschrieben, durchaus verläßlich und steht im biologischen und systematischen Teil auf wissenschaftlicher Basis (die Bestimmungstabellen stammen von dem bekannten Herpetologen Prof. Werner, Wien); es ist für jeden, der sich eingehender mit Reptilien- und Amphibienpflege beschäftigt, unentbehrlich. Für den Anfänger möchte ich es jedoch nicht empfehlen, denn gerade durch die Fülle des Gebotenen wirkt es namentlich im technischen Teile unübersichtlich, ganz abgesehen davon, daß die Exoten stark

aus räumlichen und materiellen Gründen Grenzen gezogen sind, so ergibt sich, daß von den Wirbeltieren die Reptilien und Amphibien und einige wenige kleinere Säugetiere, von den Wirbellosen besonders zahlreiche Arthropoden in Betracht kommen; andere Säugetiere, die Vögel, einzelne Insekten, denen wir keine natürliche Umgebung zu schaffen imstande sind, können nur in Käfigen beobachtet und gepflegt werden.

Nach dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und der Luft unterscheidet man zwei Haupttypen des Terrariums[1]): 1. Das feuchte Terrarium. Der Boden ist mit hydrophilen Pflanzen bewachsen und ein verhältnismäßig großes, wenn auch seichtes Wasserbecken vorhanden. Bewohner sind die Amphibien, von den Reptilien *Lacerta vivipara Jacq.* und *Anguis fragilis L.*

2. Das trockene Terrarium. Der Boden ist teilweise sandig oder steinig, im übrigen mit xerophilen Pflanzen bewachsen; eine größere oder einige kleinere flache mit Wasser gefüllte Vertiefungen dienen den Bewohnern als Tränke. Solche Vivarien sind die Wohnstätten der übrigen Eidechsen, der Schlangen mit Ausnahme von *Tropidonotus natrix L.* und *tesselatus Laur.*, die mit *Emys orbicularis L.* und den *Bombinator*-Arten das Aquaterrarium bewohnen (s. S. 316).

Behälter. Behälter für Terrarien sollen allseits gut schließen, aber doch eine ausreichende Ventilation ermöglichen und dem Lichte ungehinderten Eintritt gestatten; jeder Punkt des Innern muß von außen bequem erreichbar, jeder Teil der Oberfläche leicht zu übersehen sein. Auch hier genügen diesen Anforderungen nur vierseitig prismatische Behälter, deren Wände soweit als möglich aus Glas bestehen. Ein Blick in die Kataloge einschlägiger Firmen[2]) oder auf die Abb. 181 zeigt uns, daß sie ganz analog den Gestellaquarien gebaut sind, nur besitzen sie breite basale Leisten, die einen Kasten zur Aufnahme des Bodengrundes bilden. Das Material, woraus das Gestell angefertigt wird, kann verschieden sein. Das widerstandsfähigste, haltbarste und empfehlenswerteste ist zweifellos Metall. Für kleinere Behälter (bis 40 cm Länge) eignet sich auch hier Zink- oder verzinntes Eisenblech sehr gut. Man achte nur darauf, daß der Boden aufliegt bzw. sich unter dem Gewicht des Bodengrundes nicht durchbiegen kann. Die Glasscheiben laufen zweckmäßig in Nuten und sollen herausziehbar sein. Einrichtung und Instandhaltung werden am besten von oben her besorgt, wozu das Dach, das der Ventilation halber mit Drahtgaze bespannt ist, leicht abzunehmen sein muß; in einer oder zwei Gazewänden befinden sich durch Klappen verschließbare kleine Öffnungen. Für größere Behälter kommt in erster Linie Winkeleisen in Betracht. Aber auch Holz[3]) gibt ein sehr brauchbares und billiges Material ab, wenn gewisse Vorsichtsmaßregeln beobachtet werden.

---

in den Vordergrund gerückt sind. Für den Unerfahrenen, der sich mit den Prinzipien der Haltung von Terrarien und namentlich ihrer Verwendung im Unterrichte vertraut machen will, besitzen wir ein Buch, das seinesgleichen in der Literatur nicht hat. Es ist einmal frei von der Einseitigkeit, nur Reptilien und Amphibien als Terrarientiere gelten zu lassen (s. u.), und berücksichtigt auch eingehend die Wirbellosen, anderseits beschränkt es sich im technischen Teile auf das Wesentlichste und Wichtigste. Es ist dies: Kammerer, P., Das Terrarium und Insektarium. Leipzig, Verlag Th. Thomas. 209 S., 3,75 ℳ. Siehe weiter Przibram a. a. O. (S. 270). Mußhoff, H., Das Terrarium. I. Einheimische Reptilien und ihre Pflege. Bibl. Heft 10. Schweizer, R., Die Grundregeln der Terrarienpflege. Ratschläge und Winke für Anfänger. W. 1912, La. S. 33ff.

1) Unter Terrarien versteht man in Liebhaberkreisen heute ausschließlich Reptilien- und Amphibienvivarien, bzw. -käfige; im Gegensatz hiezu spricht man von Insektarien, die ebenfalls teils Vivarien- teils Käfigcharakter besitzen.

2) Ich verweise auch hier auf die bereits empfohlenen Firmen W. Frank, Speyer und R. Waldmann, Leipzig.

3) Klapproth, A., Wie wir unser Schülerterrarium selbst anfertigten. Bl. 1911, S. 8ff. Vgl. hierzu Schreitmüller u. Haucke a. a. O. (S. 275, Anm. 2).

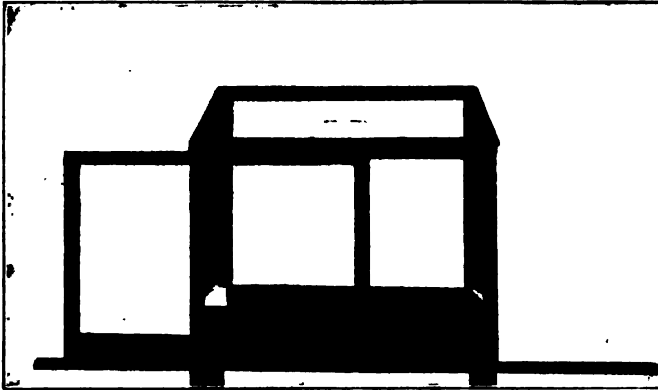


Abb. 177. Hölzernes Terrariengestell.

Ich habe oben die bequeme Erreichbarkeit eines jeden Punktes des Inneren als eine der Bedingungen bezeichnet, die ein Terrarienbehälter erfüllen muß. Wie dies bei kleineren realisiert wird, habe ich eben erwähnt. Bei größeren und namentlich höheren Behältern wäre es aber äußerst unpraktisch, wenn das Terrarium nur von oben zugänglich wäre; es müssen unbedingt Türen angebracht werden. Das nächstliegende und bequemste sind Klapptüren. Steht das Terrarium allseits frei, also auf einem eigenen Tische, und ist es nicht zu lang, so läßt man eine oder auch beide Seitenwände ganz oder zu zwei Drittel als Türen einrichten. Steht das Terrarium aber auf einem Tische, wo rechts und links noch andere Vivarien Platz finden müssen, ist dies unmöglich. Die Türe aber an der Vorder- oder Rückwand anbringen zu lassen, empfiehlt sich nicht, weil dadurch entweder der Lichtgenuß oder die Beobachtungsmöglichkeit (Abb. 181) beeinträchtigt würden. Es bleibt also nur der Ausweg, eine der Längsscheiben beweglich montieren zu lassen, so daß sie mit ihrem Rahmen je nach Bedarf nach rechts oder links hinausgeschoben werden kann. Ist die Fensterseite des Terrariums bequem zugänglich, so möchte ich schon deshalb empfehlen, die Vorderscheibe beweglich zu machen, weil man im auffallenden Lichte viel besser und sicherer hantieren kann. Ich habe oben bereits erwähnt, daß es, um ein Stagnieren der Luft zu verhindern, bei kleineren Behältern genügt, das Dach mit Gaze zu bekleiden; bei größeren müssen aber auch eine oder am besten beide Seitenwände auf diese Weise luftdurchlässig gemacht werden.

Ich besitze ein Terrarium (100 × 70 × (100 : 70)), dessen Holzgestell (Abb. 177) ich mir von einem Tischler habe anfertigen lassen, das sich als Wohnstätte heimischer Lurche bereits drei Jahre in jeder Beziehung ausgezeichnet bewährt hat. Ich will im folgenden eine ziemlich detaillierte Skizze über seine Herstellung geben, die eventuell als Richtschnur dienen kann. Ich habe mir den Behälter deshalb so groß und so hoch anfertigen lassen, weil es mir hauptsächlich darum zu tun war, die Vegetation, namentlich die Farnkräuter zu möglichst üppiger Entwicklung zu bringen, was mir 1913 in solchem Maße gelungen ist, daß ich, um für die Pflanzen Platz zu schaffen, noch einen Aufsatz anbringen lassen mußte. Wie aus Abb. 177 ersichtlich, besitzt der Behälter ein schiefes Dach. Bis vor kurzer Zeit noch wurden die Terrarien fast durchwegs mit einem sogenannten Sargdeckeldach versehen (Abb. 181); heute gibt man den flachen Dächern den Vorzug. Ich finde sie aber weder schön, noch praktisch und ziehe schiefe Dächer namentlich für feuchte Terrarien mit hochstrebender Vegetation vor.

Als Baumaterial für unser Terrariumgestell dient im wesentlichen ein 2 cm starkes, gut ausgetrocknetes, parallelfaseriges Brett aus der Grenze von Splint und Kern der Fichte.[1])

1) Tanne ist ebenso gut; Kiefer widersteht zwar der Feuchtigkeit besser als Tanne und Fichte, jedoch haftet der Anstrich schlechter. Wählt man, was sehr zu empfehlen ist, das teurere Eichen- oder Eschenholz, so kann das Gestell um ca. ein Drittel schwächer gemacht werden.

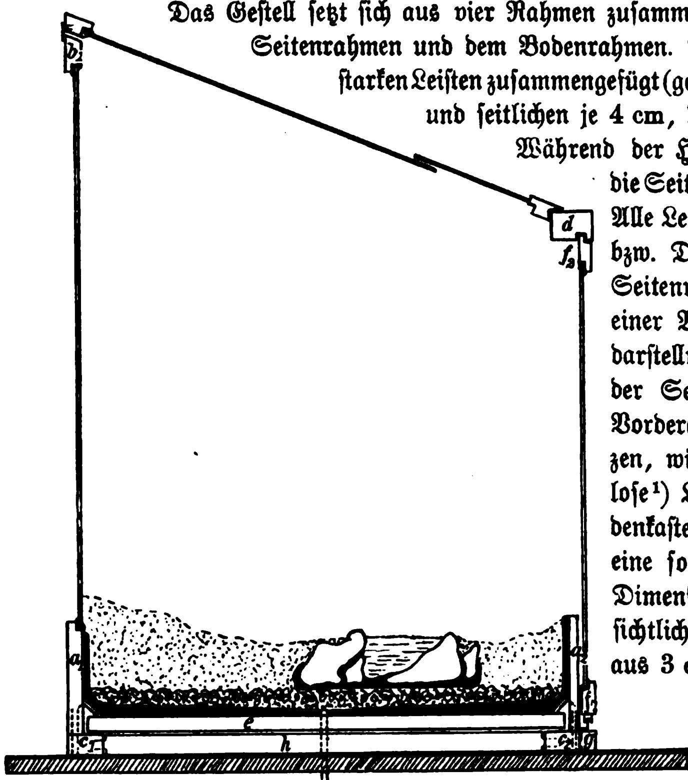


Abb. 178. Medianschnitt durch das in Abb. 177 abgebildete Terrariengestell.

Das Gestell setzt sich aus vier Rahmen zusammen: dem Hinterrahmen, den beiden Seitenrahmen und dem Bodenrahmen. Die erstgenannten werden aus 2 cm starken Leisten zusammengefügt (gefalzt), wovon die oberen (Abb. 178 b_1) und seitlichen je 4 cm, die unteren (a_1) 15 cm breit sind. Während der Hinterrahmen quadratisch ist, stellen die Seitenrahmen rechtwinklige Trapeze dar. Alle Leisten besitzen Falze für Glasscheiben bzw. Drahtgaze. Nun werden die beiden Seitenrahmen mit dem Hinterrahmen in einer Weise verbunden, wie es Abb. 179 darstellt. Zwischen die vorderen Leisten der Seitenrahmen, welche die noch offene Vorder(Fenster)seite des Gestelles begrenzen, wird unten eine 15 cm breite, falzlose[1]) Leiste (a_2) eingefügt, welche den Bodenkasten nach vorn abschließt und oben eine solche (d) von einem Querschnitt und Dimensionen, wie sie aus der Abb. 178 ersichtlich sind. Nun wird der Bodenrahmen aus 3 cm starken und 5 cm breiten Leisten zusammengefügt, deren Längen den Basisleisten des Obergestelles entsprechen. Gedenkt man den Boden stark zu belasten, ist es zweckmäßig, in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterleiste des Bodenrahmens noch eine 5 cm breite und 3 cm starke Leiste einzufügen (h). Nun werden Bodenrahmen und Obergestell zusammengenagelt. In die 2 cm starke Bodenplatte[2]) (e), die, wie Abb. 178 zeigt, etwas kleiner ist als der für sie ausgesparte Raum, wird ungefähr in der Mitte, aber neben der Mittelleiste des Bodenrahmens ein 1 cm weites Loch gebohrt, dann wird sie sorgfältigst mit Mennigefirnis gestrichen und endlich nach völligem Trocknen auf den Bodenrahmen gelegt, aber nicht mit ihm verbunden. Den Abschluß besorgen schief über die Fugen gelegte Leisten, die nur an den Bodenleisten des Obergestelles, nicht aber an der Bodenplatte angenagelt werden; so hat diese volle Bewegungsfreiheit. Nun wird der Rahmen der Schiebetür hergestellt, deren untere (f_1) und obere (f_2) Leiste einen Querschnitt haben, wie Abb. 178 es zeigt; an die untere werden zwei Rollen montiert. An die vordere Leiste des Bodenrahmens (c_2) wird dann eine 2 cm breite, 2 m lange Leiste so angeschraubt, daß beiderseits 50 cm vorstehen (Abb. 177); sie bildet die Unterlage für die Schiene (im einfachsten Falle ein schwaches Winkeleisen), worauf die Rollen der Schiebetür laufen. Schließlich wird noch der Dachrahmen aus 4 cm breiten Leisten, die innen Falze besitzen, zusammengefügt und entweder mittels Scharnieren mit dem Hinterrahmen beweglich verbunden, oder es werden, wie es praktischer ist, an die hintere Leiste 2—3 vorstehende kleine Bleche angeschraubt,

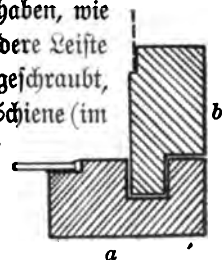


Abb. 179 zeigt im Querschnitt die Verbindung der Seitenleisten des Hinter- (a) und eines Seitenrahmens (b) des in Abb. 177 und 178 abgebildeten Terrariengestelles.

1) Um das Bodenniveau vorn etwas höher legen zu können und das Herausfallen von Erde zu verhindern, läßt man auch diese Leiste mit einem Falz versehen und kittet einen Glasstreifen ein.

2) Noch besser würde sich vielleicht eine Rohglas- oder Schieferplatte eignen.

die über die Oberleisten des Hinterrahmens greifen und das Dach dadurch festhalten (Abb. 178). Nun wird das ganze Gestell innen und außen mit Mennigefirnis und dann mit (schwarzer oder grauer) Ölfarbe gestrichen. Nach dem Trocknen werden in die Hinter-, Schiebetür- und Dachrahmen Glasscheiben eingeschnitten und entweder eingekittet oder der leichteren Reinigung halber bloß durch entsprechend gestaltete bewegliche Reiber befestigt[1]); um Beschädigungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, sie in dünnes Bleiblech fassen zu lassen. Die Dachscheibe erhält in der Mitte einen ca. 20 × 20 cm großen Ausschnitt, der mit einer etwas größeren Glasscheibe, die man darauf legt, verschlossen wird (Abb. 177, 178). In die beiden Seitenrahmen nagelt man gut gestrichene, engmaschige Drahtgaze. Schließlich werden noch, um einen völlig dichten Verschluß gegen die Schiebetür zu erzielen, an die vorderen Leisten der Seitenrahmen Filzstreifen geleimt. Nun stellt man den Behälter auf seinen Tisch, bohrt eine dem Loch im Bodenrahmen entsprechende Öffnung in die Tischplatte[2]) und setzt dicht ein Zinkblechrohr ein, dessen Öffnung mit einem Sieb verschlossen wird und das unter der Tischplatte über einem daselbst aufgehängten Gefäß endigt.

Ein nach diesen Anweisungen gearbeiteter Behälter kann nun nicht ohne weiteres eingerichtet werden, da das Holz, wenn es durch längere Zeit mit der feuchten Erde in Berührung steht, trotz des Anstriches Wasser aufnimmt. Entweder läßt man sich einen entsprechend großen Zinkblechkasten anfertigen, oder was viel billiger ist, man gießt den Bodenkasten mit Zement (Abb. 178 schwarz) aus. Zu diesem Zwecke stellt man in etwa $1^1/_2$ cm Entfernung, parallel den Längswänden zwei ebenso hohe Leisten auf und zwischen sie in gleicher Entfernung von den Querwänden Querleisten; der ringsherum $1^1/_2$ cm breite Zwischenraum wird mit Zementbrei (Zement mit etwas feinstem Bachsand) ausgefüllt. Nachdem der Zement ziemlich fest geworden, werden zuerst die Quer-, dann die Längsleisten herausgenommen und der Boden übergossen. Natürlich wird das mittels Feile angerauhte Abflußrohr so hoch geschoben, als man die Zementschicht an dieser Stelle dick machen will. Vor dem völligen Festwerden wird der Zement gegen die Siebplatte von allen Seiten abgeschrägt, eventuell noch seichte Rinnen angelegt. Nachdem der Zement durch wiederholt gewechseltes Wasser gründlich ausgelaugt wurde[3]), kann an die Einrichtung gegangen werden.

Für kleinere Tiere, namentlich Arthropoden, aber auch einzelne Eidechsen, Salamander eignen sich größere Vollglasaquarien als Behälter ganz ausgezeichnet, die man, wenn Fluchtgefahr besteht, mit einem in Bleiblech gefaßten, übergreifenden Gazedeckel verschließt. Ich verwende, wie ich schon früher erwähnte, auch gesprungene Vollglasaquarien, die ich gegen völligen Zerfall entsprechend schütze (Abb. 181). Die Anfertigung des Behälters aus einer Kiste, wie es so häufig angeraten wird, empfehle ich namentlich für feuchte Terrarien ebensowenig, wie hiezu den Raum zwischen Doppelfenstern zu benutzen.

Eine sehr wichtige Rolle spielt im feuchten Terrarium der Wasserbehälter. Man kann als solchen ein Ton-, Blechgefäß u. ä. verwenden, schwerlich wird man aber damit ein natürliches

1) Die Falze liegen dann natürlich außen.

2) Will man eine Durchbohrung der Tischplatte vermeiden, so läßt man sich aus 3 cm starken Leisten einen Rahmen 100 × 70 anfertigen, aus dessen Vorder- oder Hinterseite ein entsprechend großes Stück herausgesägt wird. Stellt man nun den Behälter auf den Rahmen, so kann man ein flaches Gefäß unter das Abflußrohr schieben, das aber dann zweckmäßig die Bodenplatte nahe der betreffenden Längskante durchsetzt.

3) Da der Zement nicht absolut wasserundurchlässig ist, bestreiche man ihn innen mit einer Mischung von Pech und Erdwachs.

Aussehen erreichen. Der Behälter, dessen Herstellung ich oben beschrieben habe, umschließt seit zwei Jahren ein feuchtes Terrarium, das die Umgebung eines unserer von Farnen und Moosen umwachsenen Waldtümpel darstellt. Den Wasserbehälter habe ich in folgender Weise hergestellt. Ich beschaffte mir aus der unmittelbaren Nähe der Stelle, die mir als Vorbild diente, aus einem kleinen Rinnsal einzelne größere und kleinere Steine[1]) und ließ sie gründlich reinigen. Dann wurde auf eine Schieferplatte (ein glatt gehobeltes Brett leistet denselben Dienst) ein ziemlich dicker Zementbrei in etwa 2 cm dicker Schicht ausgegossen und der Umriß des Tümpels durch hineingedrückte größere Steine festgelegt (Abb. 180). Die Zwischenräume wurden sorgfältig mit größeren und kleineren Steinen so ausgefüllt, daß ein möglichst unregelmäßiges Oberflächenrelief entstand; an mehreren Stellen kann infolgedessen die Erde bis fast an das Wasser heranreichen und die Steine verdecken. An einer Stelle (in der Mitte links) wurde außerhalb des eigentlichen Wasserbehälters noch ein kleinerer für sumpfigen Boden liebende Pflanzen *(Caltha, Petasites)* geschaffen. Nun wurde das Becken gründlich gewässert und dann an seinen Platz gebracht. Sehr zweckmäßig ist es, den Wasserbehälter mit einem Ablauf zu versehen.[2])


Abb. 180. Terrariumwasserbecken von oben.

Standort. Jedes naturgemäß eingerichtete Landvivarium braucht nicht nur der Pflanzen, sondern auch der Tiere halber Sonne. Während für ein feuchtes Terrarium bezüglich der Lichtansprüche dasselbe gilt, was ich von den bepflanzten Aquarien sagte, benötigt ein trockenes Terrarium viel mehr. Es müßte, wenn man etwa nur über ein Ostfenster verfügte, unbedingt am Fenster selbst stehen, wenn möglich aber soll es West- oder Südlage haben; die Nordseite ist gänzlich ungeeignet. Allerdings muß, wie ich schon hier erwähnen will, bei stark besonnten trockenen Terrarien stets für schattige Plätze gesorgt und darauf geachtet werden, daß die Temperatur im Innern nicht zu hoch steigt (Thermometer!), was am sichersten dadurch vermieden wird, daß man für eine hinreichende Ventilation sorgt.

Bodengrund. Auf den Behälterboden kommt bei jedem Terrarium, ob groß oder klein, trocken oder feucht, eine Dränageschicht, die aus grobem Kies oder noch besser aus Topfscherben besteht, die mit der konvexen Seite nach oben liegen. Bei größeren Behältern legt man zu unterst Scherben, darauf eine 1 cm hohe Schicht von grobem Kies und schließlich noch eine Schicht feinen Sand; darauf erst kommt die Erde. Wenn möglich vermeide man, daß lehmige Wiesen- oder Gartenerde irgendwo im Terrarium in größerer Ausdehnung ohne Bepflanzung bloß liege. Einmal schmiert diese Erde, vermischt sich mit den Exkrementen der Tiere und kann Anlaß zu mancherlei gefährlichen Erkrankungen geben, anderseits bildet sich bald an ihrer Oberfläche eine Art Kruste, die kein Wasser annimmt. Wo sich solche Stellen nicht vermeiden lassen, vermenge man die Erde mit feinst zerriebenem Torf. Die ideale Erde, die man wo immer nur möglich für feuchte Terrarien benutzen soll, ist gute Lauberde, reichlich mit Nadeln durchsetzte Walderde oder Heideerde.

1) Es ist sehr zu empfehlen, zum Teil moosbewachsene Steine zu wählen.
2) Geyer, H., Das Wasserbecken im Terrarium. Bl. 1913, S. 39.



Abb. 181. Trockenes Terrarium und uferloses Aquarium.

Einrichtung. Für die Einrichtung eines Terrariums eine Anleitung zu geben, ist sehr schwer. Sie hängt hier womöglich noch viel mehr als beim Aquarium von den Tieren ab, die man halten will. Gedenkt man, was leicht möglich ist, ein Vivarium im engsten Sinne des Wortes zu schaffen, ist ein genaues Studium des betreffenden Lebensbezirkes unumgänglich nötig; im übrigen spielt dabei der persönliche Geschmack des Einrichtenden eine große Rolle. Ich glaube am besten zu tun, wenn ich im folgenden zwei spezielle Beispiele gebe.

Zur Bepflanzung des Behälters, dessen Herstellung ich oben schilderte, habe ich mir Ende März aus der Umgebung des erwähnten Waldtümpels[1]) Wurzelstöcke von *Athyrium filix femina L.* und *Aspidium spinulosum Müll.* mit der nächsten Umgebung in einem Ausmaß von etwa 30×30×30 cm ausgestochen, dann holte ich mir von ebenda einige Moosrasen, mit Moos bewachsene Steine, eine mit einem mächtigen Moospolster bewachsene Wurzel, die bogenförmig das bereits erwähnte Wässerchen überspannte und mit zahlreichen Seitenwurzeln ins Wasser tauchte, und einen Sack voll Erde.

Nun ging es an die Einrichtung. Auf die Dränageschicht (s. o.) stellte ich ungefähr in die Mitte das Wasserbecken, bedeckte den Sand etwa dreifingerbreit mit Walderde[2]), die ich mäßig andrückte, setzte die beiden Ausstiche in je eine hintere Ecke und füllte mit Erde so aus, daß das Bodenniveau von der einen Seite allmählich, von der anderen ziemlich steil zum Wasserbecken abfiel. Die Steine wurden nun so angeordnet, daß Verstecke für die Tiere entstanden, die aber alle von vorn her leicht zugänglich waren, die Moospolster so verteilt, daß sie fast die gesamte Oberfläche bedeckten. Rechts vorn an der bestbelichteten Stelle wurde eine größtenteils aus moos- und flechtenbewachsenen Steinen bestehende kleine Erhöhung geschaffen, wo sich die Inwohner mit Vorliebe sonnten. Schließlich wurde noch die abgesägte Wurzel über das Wasserbecken gelegt. Die eingesetzten Farnkräuter entwickelten sich außerordentlich rasch und hatten im Juni eine derartige Höhe erreicht, daß ich, wie schon erwähnt, einen Aufsatz anbringen lassen mußte; zwischen den Moospflänzchen wucherten überall *Fragaria vesca L.*, *Oxalis acetosella L.* und *Geranium robertianum L.*

Bis zum Oktober bot das Terrarium ein entzückendes Bild von geradezu unübertrefflicher Naturwahrheit. Bewohnt wurde es von *Salamandra maculosa Laur.*, *Anguis fragilis L.* und *Lacerta vivipara Jacq.* Die Weibchen aller drei Arten brachten im Terrarium Junge

1) Die Plätze wurden von mir schon im Herbste markiert, um sicher kräftige Exemplare zu erhalten.

2) Wo Drahtgaze mit Erde in Berührung kommt, muß eine entsprechend geschnittene Glasscheibe eingeschoben werden.

zur Welt. Die Salamanderlarven kamen natürlich ins Aquarium und setzte ich erst die metamorphosierten Tiere wieder ins Terrarium, die Jungen der Blindschleiche und der Bergeidechse blieben daselbst und gelang es mir, etwa ein Drittel gesund und kräftig in das Winterquartier übersiedeln zu können. In dem Behälter befanden sich stets auch eine Anzahl Aas- und Laufkäfer, die dieselbe Rolle wie die Schnecken im Aquarium spielten und in keinem größeren Terrarium fehlen sollten. Begossen wurde nur sparsam, dagegen fast täglich mittels eines Zerstäubers gründlich bespritzt.

Das in Abb. 181 links abgebildete trockene Terrarium stellt ein Stück Heide (rechts und links hinten *Calluna vulgaris L.*, dazwischen links ein *Rubus*) am Fuße eines alten Gemäuers (links vorn aus Steinen einer alten Mauer aufgebaut) dar, mit einer Wasserpfütze (Mitte vorn) und einem Geröllhaufen, woraus ein Schlehenbäumchen herauswächst. Bewohner sind *Lacerta agilis L.*, *viridis Laur.*, *Coronella austriaca Laur.* und *Coluber longissimus Laur.*[1])

Futter. Die wichtigsten Futtertiere sind Regenwürmer[2]) und die Larven vom Mehlkäfer (*Tenebrio molitor L.*), die sogenannten Mehlwürmer[3]). Erstere werden gerne und immer von fast allen Bewohnern feuchter Terrarien gefressen. Man kann sie den einzelnen Tieren direkt vorwerfen, was sehr zeitraubend und vielleicht nicht immer ratsam ist, weil man die Tiere erst aufsuchen, sie also in ihren Schlupfwinkeln aufstöbern muß. Einfacher ist es, wenn man täglich eine entsprechende Anzahl Regenwürmer, am besten in der Dämmerung, ins Terrarium wirft. Wenn sich auch zunächst die meisten verkriechen, werden sie doch früher oder später von ihrem Schicksal ereilt. Daneben kommen noch Fliegen[4]) und andere Insekten, Nacktschnecken, Asseln, Spinnen u. a. als Futter in Betracht.

Die Mehlwürmer sind eine unentbehrliche Nahrung für die Eidechsen, wenn das natürliche Futter (Heuschrecken, Fliegen, haarlose Raupen, Käfer, Schmetterlinge u. a.) an trüben Tagen, im Frühjahre und Spätherbst nicht zu haben ist. Man werfe sie aber ja nicht, wie ich das eben für die Regenwürmer empfohlen habe, einfach ins Terrarium, da sie sich sofort verkriechen und dann fast immer für die Tiere verloren sind, sondern gebe sie in ein in den Boden eingelassenes Porzellangefäß mit glatten Wänden (Tuschschale), woraus sie nicht entweichen können. Man hüte sich aber, aus Bequemlichkeit nur mit Mehlwürmern zu füttern. Es kommt dann eine Zeit, wo die Eidechsen die Annahme einfach verweigern.

Ein sehr gerne genommenes Futter sind auch Küchenschaben, die man leicht beschaffen, beziehungsweise züchten[5]) kann, vor dem Verfüttern aber gründlich durchnässen muß, weil sie sich sonst sehr rasch verkriechen. Die Behälter, worin man sie vorrätig hält oder

1) Als Bezugsquellen für Terrarientiere empfehle ich: L. Koch, Holzminden; A. Bartsch, Halle a. S. Ludwig Wuchererstr. 60; O. Tofohr, Hamburg 6 Bartelstr. 74 (bes. f. Schlangen).

2) Regenwurmzucht s. Anm. S. 285.

3) Mehlwurmzucht. Um eine Zucht anzulegen, fülle ich einen innen glasierten, größeren Tontopf ca. 20 cm hoch mit trockener Weizenkleie (die sorgfältig vor Nässe zu schützen ist), stelle obenauf eine flache Schale (Petrischale) von dem halben Durchmesser des Topfes und besetze mit etwa 300 Mehlwürmern. In die Schale kommen alle zwei Tage geriebene Möhre, zerkrümelte Semmeln u. ä. Die Futterreste werden jedesmal entfernt, der Topf mit Organtin verschlossen. Sobald Puppen erscheinen, bringt man wenigstens einen Teil in ein zweites ähnlich hergerichtetes Gefäß, das man nach dem Ausschlüpfen der ersten Käfer mit dem genannten Futter beschickt, im übrigen aber ein halbes Jahr ganz unangetastet läßt. Die Zuchtgefäße stehen im Winter im geheizten Zimmer, am besten auf einem Kasten.

4) Knauer, F., Futterzuchten. W. 1910, S. 471. (Ist ein Referat über das betreffende Kapitel der Arbeit von Przibram a. a. O.). Krefft, P., Fliegenzucht und andere Futtersorgen des Terraristen. W. 1906. S. 197ff., vgl. hierzu Tofohr Bl. 1907, S. 398; Czermak Bl. 1909, S. 775; Schmalz Bl. 1910, S. 698. Schreitmüller, W., Einiges über Massenzucht der Keller- und Mauerassel. W. 1909, La. S. 78.

5) Köhl, O., Etwas von der Schabenzucht. W. 1911, La. S. 63.



Abb. 182. Ameisenterrarium des zoologischen Gartens in Frankfurt a. M.

züchtet, versehe man immer nahe dem oberen Rande mit einem ziemlich breiten Streifen von Vaseline oder Fliegenleim, um ein Entweichen möglichst zu verhindern. Gelingt es den Schaben aber, sich im Terrarium zu verkriechen und sich zu vermehren, so schließt wohl selten ein Behälter so dicht, daß die Jungen nicht entkommen könnten. Bezüglich der Zucht anderer Futterarthropoden verweise ich auf **Kammerer** und **Krefft** (s. Anm. 1 S. 304 u. 305). Größere Smaragdeidechsen nehmen mit Vorliebe junge Eidechsen. Täglich sind in einem Eidechsen enthaltenden Terrarium die Pflanzen mittels Zerstäubers zu bespritzen, da die Eidechsen ihr Wasserbedürfnis gerne durch Auflecken der Tröpfchen befriedigen.

Von den Schlangen frißt die glatte Natter vorwiegend Eidechsen, die Äskulapnatter Feldmäuse, im Notfall auch Eidechsen. Da es sehr gefährlich ist, Mäuse über Nacht im Terrarium zu lassen, weil sie die Inwohner annagen und töten, gewöhnt man die Äskulapnatter an weiße Mäuse, die sich leicht züchten lassen (s. S. 316)[1]) und auch von den *Vipera*-Arten genommen werden. Diese Giftschlangen lassen sich unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln leicht halten; jüngere Exemplare fressen entgegen einer vielfach verbreiteten Meinung auch im Terrarium, wenn sie beim Fang nicht verletzt wurden und man ihnen einen geräumigen, naturgemäß eingerichteten und gut besonnten Behälter einräumt. Es genügt, die Schlangen alle acht Tage zu füttern. Während der Häutungszeit, erkennbar an einer zunehmenden Trübung der vorderen Kornea, fressen sie nicht. Eine Ausnahme macht unter den Reptilien *Testudo graeca L.*, die sich hauptsächlich vegetarisch ernährt, besonders von Salat und Obst, aber doch auch gern hie und da geschabtes Fleisch nimmt. Die kleineren Exemplare, wie sie massenhaft im Handel zu haben sind, halten sich in der Regel sehr schlecht, die größeren dagegen gehören zu den ausdauerndsten Tieren, namentlich wenn man sie öfters im Garten frei herumlaufen läßt.

Von Säugern eignen sich nur recht wenige zur Haltung in Terrarien. Besonders empfehlenswert sind die Spitzmäuse, die Zwerg- und kleine Haselmaus[2]) *(Muscardinus avellanarius L.)*. Erstere werden wie die Eidechsen, letztere mit Nüssen, Sämereien, Beeren, Obst u. ä. gefüttert.

Insektenvivarien. Unter den Insektenvivarien nehmen die sogenannten **Formikarien** eine besondere Stellung ein, indem ihnen eine sehr große didaktische Bedeutung zukommt. Sie ermöglichen bei einer fast kostenlosen Herstellung eine derartige Fülle der interessantesten und lehrreichsten Beobachtungen, daß ich nicht anstehe, ihnen unter den Vivarien einen ersten Platz einzuräumen und sie als eines der besten und unentbehrlichsten Lehrmittel zu bezeichnen.

1) **Schweizer**, R., Futtermäuse. W. 1911, La., S. 64 ff.
2) **Reiß**, C., Kleinsäuger im Terrarium. *Myoxus avellanarius*, Der kleine Haselschläfer. Bl. 1913, S. 292.

Am nächstliegendsten ist es wohl, in einen entsprechend hergerichteten Behälter, der absolut dicht schließt, eine Kolonie einer Haufen bauenden Ameise zu bringen.[1]) Um eine der wichtigsten Lebensbedingungen für die Ameisen, eine gewisse Feuchtigkeit des Bodens, konstant zu erhalten, kann man, wie dies in dem Abb. 182 dargestellten Ameisenterrarium der Fall ist, den Boden mit einer 7 cm hohen Gipsschicht versehen, worin ein Kanal verläuft, dessen Anfang und Ende mit nach außen führenden Glasröhren in Verbindung stehen; das in den Kanal eingegossene Wasser verteilt sich im Gips und verdunstet in den Bodengrund. Um den richtigen Grad der Feuchtigkeit zu treffen, ist aber wohl die Anbringung eines Hygrometers unerläßlich. Wenngleich der an das Glas stoßende Teil des Haufens verdunkelt wird, die Tiere also hier ihre Gänge anlegen und von außen beobachtet werden können, spielt sich doch nur ein verschwindend kleiner Teil vor den Augen des Beschauers ab und gerade die interessantesten Vorgänge lassen sich so nicht beobachten. Die großen Fortschritte, die unsere Kenntnisse von der Biologie der Ameisen während der letzten Jahrzehnte gemacht haben, sind lediglich auf die Verwendung der sogenannten künstlichen Ameisennester, Formikarien im engeren Sinne, zurückzuführen. Es gibt mehrere Typen. Das einfachste und für unsere Zwecke empfehlenswerteste ist das Lubbocknest. Man lasse sich Rahmen anfertigen, die durch oben und unten eingeschobene Glasplatten in flache Kästchen verwandelt werden. Die innere Höhe betrage, je nach der Größe der Ameisen, 0,5 bis 1 cm, die Größe der Glasplatten entspreche aus praktischen Gründen den gebräuchlichen Plattenformaten (6 × 9, 9 × 12, 13 × 18, 18 × 24). Die Vorderleiste des Rahmens, worauf die Glasplatten aufliegen, ist natürlich entsprechend niedriger, wie die drei andern mit Nuten versehenen Leisten, und wird gegen das Glas mittels aufgeklebter dünner Filzstreifen gedichtet. Um das Innere zu ventilieren, werden in die Seitenleisten kleine Fensterchen eingeschnitten, die man mit Drahtgaze bedeckt. In ein solches Nest bringt man etwas Erde und Tiere einer Kolonie, wobei man darauf zu achten hat, daß die Weibchen und Gäste nicht fehlen. Verfinstert man etwa drei Viertel der Oberfläche, so werden sich die Ameisen in diesem Teil bald häuslich einrichten; das freibleibende Viertel dient als Futterplatz (Zucker, Honig, Sirup, geschabtes Fleisch, Insekten u. ä.). Praktischer ist es, zwei Lubbocknester, ein größeres und ein kleineres, durch ein Glasrohr miteinander zu verbinden (Abb. 183). Das größere, das Hauptnest, dient als Wohn-, das Nebennest hauptsächlich als Futterstätte. Auch kann man durch Verdunkeln des Nebennestes und grelle Beleuchtung des Hauptnestes die Tiere in das Nebennest treiben, wenn man aus irgend einem Grunde das Hauptnest weiter öffnen will. Für die nötige Feuchtigkeit sorgt man entweder durch vorsichtiges Bespritzen des Nestinnern mittels eines Zerstäubers oder indem man in eine seitliche Öffnung ein gebogenes Glasrohr, worin sich ein Schwamm befindet, einsetzt, das außen in ein Gefäß mit Wasser taucht. Wasmann hat namentlich für in ge-

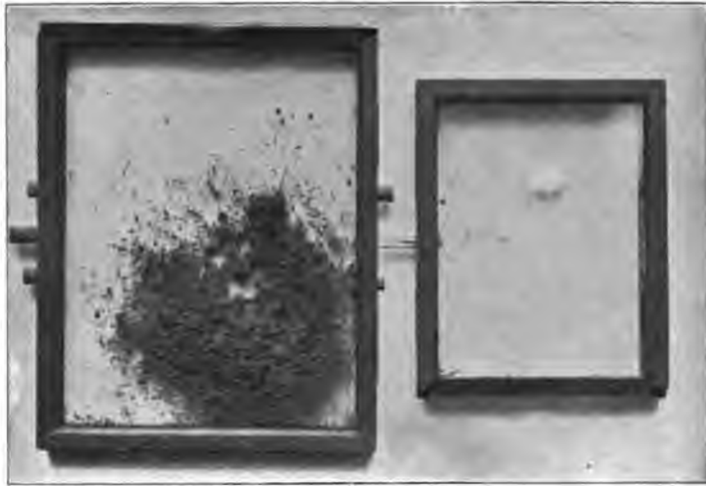


Abb. 183. Zwei Lubbocknester.

1) Brüning, Chr. Waldameisen im Zimmer. W. 1911, La., S. 70.



Abb. 184. Vertikalformikarium des zoologischen Gartens in Frankfurt a. M. (Janettypus). Die verzweigten Gänge stellen das eigentliche Nest, die drei oberen Kammern die Außenwelt dar. In der linken Kammer steht ein Futternapf, in der rechten wird in einem kleinen Näpfchen Wasser gereicht. Das Ganze kann durch eine Klappe verdunkelt werden.

mischten Kolonien lebende Ameisen kompliziertere Nester konstruiert, indem er dem Haupt- und Nebennest noch ein Vor-, Ober-, Futter- und Abfallnest angliederte. Nach meiner Erfahrung genügt es vollständig, mit dem Haupt- oder Nebennest durch eine etwas längere Glasröhre noch ein kleines aber etwas höheres Lubbocknest zu verbinden, das dann hauptsächlich als Futterstelle dient; Haupt- und auch Nebennest werden durch einen Pappesturz oder durch ein Tuch verdunkelt. Die Janetnester, die aus Gips hergestellt werden, kann ich in der gebräuchlichen einfachen Form für didaktische Zwecke nicht empfehlen. Besser scheint der in Abb. 184 dargestellte Typus zu sein.[1])

Die Einrichtung von Vivarien für andere Insekten, Spinnen u. a., aber auch Schnecken usw. ergibt sich bei genauer Beobachtung der Lebensweise und des Aufenthaltsortes der Tiere von selbst und bietet nach dem Gesagten keinerlei technische Schwierigkeiten. Ich möchte dringend empfehlen, sich im Interesse des biologischen Unterichtes damit zu befassen, denn alle diese Tiere sind zum mindesten ebenso interessante Pfleglinge wie Reptilien und Amphibien.[2])

Tropenterrarien. Zahlreiche, aus wärmeren Zonen importierte Reptilienarten wären für den biologischen Unterricht außerordentlich wertvoll; ich erinnere nur an die Geckonen, Chamäleone, Leguane, u. a. Ihre Haltung und Pflege bietet keine großen Schwierigkeiten, jedoch begnügen sich nur einzelne Formen auch im Winter mit der Temperatur eines geheizten Zimmers, die Mehrzahl verlangt das ganze Jahr über — den Hochsommer vielleicht aus-

1) Aus der außerordentlich umfangreichen Literatur nenne ich an erster Stelle das ausgezeichnete Werk: K. Escherich, Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise (Braunschweig, Verlag F. Vieweg & Sohn 232 S., 8 M.), das jeder Lehrer der Naturwissenschaft studiert haben sollte. Eine sehr gute Einführung in die Technik des Formikariums gibt H. Gebien, Das künstliche Ameisennest (Formikarium). Natur und Schule. IV. 1905. S. 500—508. Die Arbeit enthält auch Beschreibung und Abbildung einer einfacheren Modifikation des Wasmannschen Nestes. Endlich zahlreiche Arbeiten von Wasmann, besonders: Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und höheren Tiere. 2. Auflage. Freiburg 1900.

2) P. Kammerer a. a. O. S. auch den Artikel von O. Steche, insbesondere S. 168—172.

genommen — ein geheiztes Terrarium. Als einfachste Methode empfehle ich, sich in den Boden des Behälters, etwa in der Mitte, eine Metallkapsel einbauen zu lassen und eine elektrische Birne hineinzustecken. Im übrigen verweise ich auf Krefft, bezüglich einer einfachen Heizung auch auf Bibl. Heft 29.[1])

Freilandterrarien.[2]) Es ist außerordentlich empfehlenswert, Terrarien während des Sommers im Freien aufzustellen. Das Gestell bestehe aus kienigem Kiefernholz oder noch besser Eisen, sei mit einem sehr dauerhaften, öfter zu erneuernden Anstrich versehen und besitze eine Schutzvorrichtung gegen allzu starke Durchnässung durch Regen. Größere Behälter werden sich, ganz abgesehen von ihrer Kostspieligkeit, da unübersichtlich, für didaktische Zwecke nicht empfehlen, so wertvoll sie für wissenschaftliche Versuche sind. Dasselbe gilt von dem interessanten Typ der Wiener biologischen Versuchsanstalt, wo die Freilandterrarien von großen, rechteckigen, ausbetonierten Gruben gebildet werden.[3])

Überwinterung. Alle heimischen Reptilien und Amphibien sollen einen Winterschlaf halten. Steigt die Temperatur des Raumes, worin sich das Terrarium befindet, während des Winters nicht über 3—4° C., so ist es am vorteilhaftesten, die Tiere daselbst zu belassen. Man hält gegen Ende Oktober die Erde im trockenen Terrarium etwas feuchter, da namentlich die Eidechsen sich zu vergraben beginnen. Anfang November hört man auf zu füttern, schichtet etwas angefeuchtetes Moos bis zur halben Höhe des Behälters und läßt nun die Temperatur ganz langsam sinken. Im März läßt man sie ebenso allmählich wieder steigen, worauf bald einzelne Tiere zum Vorschein kommen werden. Nun wird das Moos weggeräumt und, wenn man nicht den Behälter zwecks Neueinrichtung ganz entleeren will, so lange gesucht, bis wenigstens alle größeren Tiere gefunden sind.

Herrscht während des Winters in dem betreffenden Raume aber des öfteren eine höhere Temperatur als 4° C., so bringt man in eine größere Kiste, die man zweckmäßig in zwei Abteilungen (Reptilien und Amphibien) teilt, eine 20 cm hohe Schicht feuchter, lockerer, sandiger Erde, darauf bis oben feuchtes Moos und setzt die Tiere hinein; in die Abteilung, worin sich die Amphibien befinden, stellt man obenauf eine flache Schale mit Wasser. Nun verschließt man mit Drahtgaze und bringt die Kiste an einen sehr kühlen aber frostfreien Ort, wo man sie am besten in eine zweite, größere Kiste stellt, die Zwischenräume mit Moos füllt und Sägespäne und trockenes Laub auf den Deckel häuft. Alle drei bis vier Wochen öffnet man, bespritzt, wenn das Moos nicht mehr genügend feucht ist, und erneuert das Wasser. Nach den Tieren zu sehen, wäre nur dann nötig, wenn sich ein Fäulnisgeruch bemerkbar machte.

Aquaterrarien.

In der Literatur unterscheidet man zwischen Terraaquarien und Aquaterrarien, je nachdem der Wasser- oder Landteil einen größeren Raum einnimmt. Ich gebrauche nur die Bezeichnung Aquaterrarien und zwar für alle jene Vivarien, die eine Uferlandschaft versinnlichen, also ausgesprochen amphibisch lebenden Tieren als Aufenthaltsort dienen. Leider fehlt es mir an Raum auf diesen interessantesten Vivarientypus weiter eingehen zu können, der zwar an das technische Können große Anforderungen stellt, jedoch unter geschickten Händen eine ideale Nachbildung der Natur gestattet, wie es Abb. 185 in prächtigster Weise zeigt.[4])

1) Tofohr, O. Das Terrarium, II. Teil. Die Familie der Lacertiden, ihre Haltung und Pflege. Bibl. 29.

2) Schmidt, Ph., Große im Freien stehende Terrarien (sog. Freiluftterrarien). Bl. 1907, S. 141.

3) S. Przibram und Kammerer a. a. O.

4) Wärmstens empfohlen sei die Lektüre von: Klingelhöffer, W., Das Landschaftsterrarium. Bl. 1918, S. 1. Vgl. hierzu Brüning W. 1904, S. 43, Muhhoff W. 1908. La. S. 10, Schmalz Bl. 1910, S. 86.



Abb. 185. Landschaftsterrarium (Aquaterrarium) nach Klingelhöffer.

Als Bewohner kommen, um nur die wichtigsten zu nennen, *Emys orbicularis L.*, *Tropidonotus natrix L.* und *tesselatus Laur.*, die *Bombinator*-Arten, *Rana esculenta L.*, die Tritonarten (s. S. 292) und eventuell *Neomys fodiens Pall.* (Wasserspitzmaus)[1]) in Betracht. Die Schildkröten fressen vorwiegend Regenwürmer und Fische; die Ringelnatter Frösche, Molche und Fische, die Würfelnatter Fische, die Unken hauptsächlich Fliegen, andere Insekten und Regenwürmer. Vom Wasserfrosch halte man ja nicht zu große Exemplare mit anderen, kleineren Tieren zusammen; er ist ein arger Räuber.

Käfige.

Für die im folgenden zu behandelnden Käfige war es natürlich ganz unmöglich, die Literatur auch nur einigermaßen zu berücksichtigen. Ich habe mich darauf beschränkt, einige Typen, die mir als gut verwendbar bekannt sind, anzuführen.

Säugerkäfig. Von den Säugern sind es namentlich die Nagetiere, die in Gefangenschaft gehalten werden, nicht allein um ihrer selbst willen, sondern vor allem als Futtertiere oder Material für Präparierübungen und Experimente. Für die kleinsten Arten, also namentlich weiße Mäuse, Tanzmäuse u. ä., verwende ich schon seit Jahren kleine Käfige, wie sie Abb. 186 darstellt. Das mit Drahtnetz bespannte Holzgestell ist innen mit Blech ausgeschlagen und steht auf einem mit Sägespänen gefüllten Holzuntersatz. Gefüttert wird mit Milch, Weißbrot und Sämereien.

Einen zweiten Typus stellt Abb. 187 dar, der sich für größere Nager, besonders *Cavia cobaya* als sehr brauchbar erwiesen hat.

In der biologischen Versuchsanstalt in Wien wird ein von Przibram konstruierter Käfig (90×50×50) (Abb. 188) viel benützt, den ich aus eigener Erfahrung zwar nicht kenne, der sich aber dort durch Jahre bewährt hat. Er besteht aus starkem Eisenblech und besitzt zwei Abteilungen, die durch einen Schieber getrennt sind; in jede Abteilung führt eine Türe. Der Boden ist durchlöchert, die Ausscheidungen gelangen in eine darunter befindliche, herausziehbare Tasse. Enthält der Käfig bösartige oder sehr gewandte Tiere, so werden diese zwecks Reinigung des Behälters, nachdem der Schieber teilweise herausgezogen wurde, in die zweite Abteilung gescheucht. Kletternde Tiere erhalten einen Kletterast. Futter- und Trinknapf stehen auf dem Boden.

Vogelkäfige. Im biologischen Mittelschullaboratorium wird es sich aus leicht begreiflichen Gründen weniger darum handeln, einzelne Vogelarten durch längere Zeit zu pflegen,

1) Schreitmüller, W., Einiges über die Wasserspitzmaus *(Neomys fodiens Pall)*. W. 1912, S. 381.

als nach und nach dem Schüler möglichst viele vorzuführen, damit er die heimische Vogelwelt kennen lerne; denn es ist geradezu unglaublich, welche Unwissenheit in dieser Hinsicht unter den Schülern herrscht. Man wird sich da natürlich nicht auf Singvögel beschränken, sondern auch Vertreter anderer Gruppen, wie der Zufall sie verschafft, den Schülern demonstrieren.



Abb. 186. Mäusekäfige.



Abb. 187. Säugerkäfig.

Das Gestell des Vogelkäfigs bestehe aus Metall oder wenigstens hartem Holze (Buche), der Gitterdraht sei gut verzinnt. Der Boden sei von einem mindestens 10 cm hohen Blechrand umgeben, um das Herausschleudern des Sandes und Futters zu verhindern. Auf dem aus starkem Draht bestehenden Boden ruhe eine nach vorn oder einer Seite herausziehbare Schublade von Zink oder verzinktem Eisenblech; der betreffende Teil der Blechumrahmung sei in Scharnieren beweglich. Kann man nur einen Käfig anschaffen, so läßt man das mit Draht bespannte Dach zum Abnehmen einrichten, um es gegebenen Falls durch Ledertuch ersetzen zu können. Die leicht herausnehmbaren Sitzstangen seien von verschiedener Stärke, aber nicht zu schwach, rund und gut geglättet; sie werden für manche Vögel durch Geäst ersetzt. An der Hinterwand befestigt man in der ganzen Ausdehnung große Stücke rissiger Borke (Zierkork), eventuell auch kleine Kästchen aus Baumrinde, wie überhaupt Verstecke für kleinere Vögel, die alle leicht herauszunehmen und zu reinigen sein müssen. Die porzellanenen Futter- und Trinkgeschirre seien zum Anhängen eingerichtet und durch eigene kleine Türchen zu bedienen oder in drehbare Erkerchen einzusetzen. Wichtig ist, namentlich für kleinere Vögel, die Anbringnng einer Badegelegenheit in Form der bekannten von außen anhängbaren Badehäuschen. Kann man nur einen Käfig anschaffen, so wähle man seine Dimensionen möglichst groß, bezüglich der Form bieten die Kataloge der einschlägigen Firmen[1]) Auswahl genug, am besten dürften sich auch hier die vierseitig prismatischen Behälter eignen.

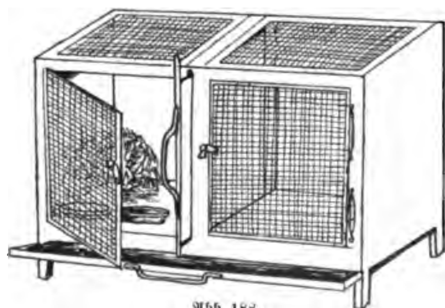


Abb. 188. Säugerkäfig (Modell Przibram).

Bevor man den Käfig besetzt, breitet man in die Schublade starkes Papier und verteilt darauf trockenen,

1) C. L. Flemming, Globenstein, Post Rittersgrün i. Sa. P. Schindler, Berlin N 24, Elsässer Str. 78 und J. Kremer, Olmütz.

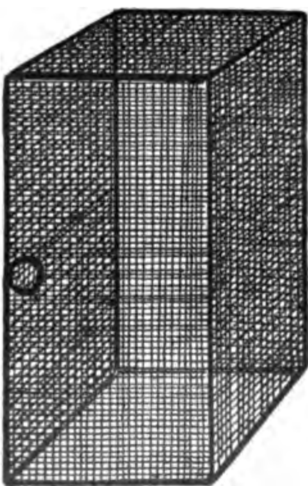
möglichst staubfreien Bachsand, der bei größeren Vögeln täglich, bei kleineren jeden zweiten Tag erneuert werden soll; alle 5—8 Tage wird die Schublade gründlich mit heißem Wasser ausgebrüht.

Der Standort sei zwar möglichst licht (wenn sonnig, müssen auch schattige Plätze vorhanden sein), aber namentlich im Winter nicht zu nahe am Fenster, denn die meisten Vögel sind gegen Zugluft außerordentlich empfindlich.

Über die Pflege[1]), namentlich Fütterung der Vögel lassen sich nur recht wenig allgemeine Gesichtspunkte geben, es gelten für sie vielleicht von allen Tieren am meisten die wiederholt ausgesprochenen Grundsätze der Tierpflege, sich bei jeder Art, die man auch nur kurze Zeit zu verpflegen gedenkt, genau über Lebensweise und Ernährung zu orientieren und im Futter möglichste Abwechslung walten zu lassen. Abgesehen von den ausgesprochenen Fleischfressern, den Raubvögeln, die man mit Mäusen, Sperlingen, aber auch Fleischabfällen füttert, lassen sich die übrigen Vögel ihrer hauptsächlichsten Nahrung nach in zwei Gruppen bringen: die Kerbtierfresser (Weichfresser, Wurmvögel) und Körnerfresser. Aber es können die ersteren ebensowenig der Sämereien gänzlich entbehren, wie die letzteren der fleischigen Nahrung.

Alle, namentlich aber die Weichfresser, verlangen von Zeit zu Zeit Grünfutter, Beeren, Obst u. ä. Alle Sämereien reiche man wenn möglich ausgehülst und verteile die verschiedenen Arten in verschiedene Gefäße, verabreiche also kein Mischfutter. Die besten sind Hanf (nicht zuviel!), Sonnenblumen, Hafer (geschält), Hirse, Rübsen. Als fleischige Nahrung dienen Ameisenpuppen, unbehaarte Raupen, Mehlkäferlarven u. ä.

Arthropodenkäfige.[2]) Diejenigen Arthropoden, besonders Insekten, denen wir keine natürliche Umgebung bieten können, lassen sich am besten in Glasgefäßen, also Einsiedegläsern, Vollglasaquarien halten, die in der schon beschriebenen Weise mit Drahtgaze zugedeckt werden; Räuber, die auch ihre eigenen Artgenossen nicht schonen, wird man isolieren. Für die Aufzucht von Schmetterlingsraupen eignen sich die im Handel befindlichen Raupenzuchtkasten zwar recht gut, sind aber verhältnismäßig teuer. Besser und billiger ist das in der biologischen Versuchsanstalt gebrauchte Modell (Abb. 189), der sogenannte Organtinkäfig, den man sich leicht selbst herstellen kann. Er besteht aus einem Brettchen (25×25 cm) mit Nuten, in die ein mit Organtin, Musseline, Müller- oder Drahtgaze bespanntes Drahtgestell hineinpaßt. Einer der vertikalen Schenkel macht in der Mitte eine Schleife, in die ein Kork gesteckt wird; hier können die Tiere und das Futter hineingebracht und das Innere bespritzt werden, ohne daß man das Gestell abheben muß. Die Futterpflanze steht in einem Glas mit Wasser oder eingepflanzt in einen Blumentopf auf dem Brettchen. Besonders eignen sich diese Behälter für die Zucht der interessanten *Mantis religiosa*.



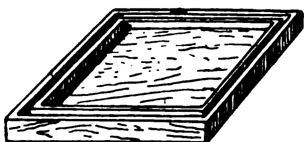


Abb. 189.
Arthropodenkäfig (Modell Przibram).

Ich bin am Ende meiner Ausführungen. Mögen sie dazu beitragen, die Verbreitung der Vivarien, dieses besten aller Lehrmittel, zu fördern!

1) Das empfehlenswerteste Werk, worin der Leser zuverlässigste Auskunft über alle einschlägigen Fragen findet, ist: Ruß, K., Handbuch für Vogelliebhaber, Züchter und Händler II. Die einheimischen Stubenvögel. Bearbeitet von K. Neunzig.

2) S. den Artikel von Steche S. 168.

Die Schulgärten.

Von Dr. P. Esser, Direktor des botanischen Gartens der Stadt Köln.

Gärten, die in Beziehung zum Unterricht in der Pflanzenkunde stehen, können ihren Zweck nur dann ganz erfüllen, wenn sie mit der Schule in steter Fühlung bleiben. Um letzteres zu erreichen, muß der Lehrerschaft ein maßgebender Einfluß auf Ausgestaltung und Betrieb derselben eingeräumt werden, und zwar auch dort, wo mit der eigentlichen Verwaltung des Gartens eine Person mit lediglich gärtnerischer Vorbildung betraut ist. Wenn auch die Erregung und Erhaltung des Interesses und die tätige Mitarbeit der ganzen Lehrerschaft anzustreben ist, so wird die eigentliche Leitung eines Gartens doch stets nur in die Hand eines einzelnen Lehrers zu legen sein. Daß nur ein solcher diese Arbeit übernehmen soll, der sich ihr nach jeder Richtung hin gewachsen fühlt, der vor allem auch die wissenschaftliche Seite der Pflanzenkunde nicht als Neben-, sondern als Hauptfach betrieben hat, steht außer Frage. Daß er bei Anlage und Betrieb des Gartens außer diesen wissenschaftlichen auch pädagogischen Anforderungen entsprechen kann, hat er vor anderen voraus. Noch unabhängiger wird der Leiter eines der nachbesprochenen Gärten, wenn sich zu seiner wissenschaftlichen Ausbildung und pädagogischen Erfahrung auch noch einige Kenntnisse im praktischen Pflanzenbau gesellen (9)[1], sei es auch nur solche, die sich auf die einfachsten landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Arbeiten beziehen. Lust und Liebe zur Arbeit dürfen natürlich auch nicht fehlen.

Wer so, mit der nötigen Vorbildung versehen, glaubt, den Anforderungen der Leitung eines Zentralanzuchtgartens, Zentralschulgartens oder auch eines Einzelschulgartens gerecht werden zu können, der erwäge vor allem auch noch, ob er die Zeit zur Erfüllung der zu übernehmenden Aufgabe findet; denn die ganze außerdienstliche Zeit wird in Anspruch genommen, und zwar zu regelrechter, auch geistig anstrengender Arbeit. Auch Unannehmlichkeiten und Ärger bleiben nicht erspart. Dafür winken allerdings auch bei dieser Arbeit Freuden und Genüsse, die Geist und Herz in wunderbarer Weise erfrischen. Das letztere allein als Entgelt für die geleistete Arbeit zu betrachten, darf niemand verlangen. Auf eine entsprechende Renumeration hat der Lehrer einen gerechten Anspruch.

Bei der Verwaltung großer Anzucht- und Zentralgärten der Großstädte sind zur Leitung auch mancherlei verwaltungstechnische Kenntnisse erforderlich und häufig Fragen zu entscheiden, deren rechtliche Folgen gekannt und vorausgesehen werden müssen.

Solche Betriebe in all ihren Einzelheiten nebenamtlich leiten zu wollen, ist nicht möglich. Hier überlasse der Lehrer die Leitung, falls ihm dieselbe nicht hauptamtlich übertragen wird, dem gärtnerischen Beamten der Stadt und beschränke seine Tätigkeit auf die Mitwirkung bei den für den Unterricht in Frage kommenden Anordnungen.

In den meisten Fällen wird für den Lehrer nur die Anlage und der Betrieb eines einzelnen Schulgartens in Frage kommen. Wenn in nachfolgenden Ausführungen auch größere Anzucht- und Zentralschulgärten berücksichtigt sind, in deren Betrieb, soweit die rein gärt-

1) Die Zahlen verweisen auf das am Schlusse angefügte Literaturverzeichnis.

nerische Seite in Frage kommt, der leitende Lehrer nicht immer direkt entscheidend eingreifen wird, so leitete den Verfasser dabei der Gedanke, daß auch gewisse Teile des gärtnerischen Betriebes mit den anderen so ineinandergreifen, daß darüber orientiert zu sein unerläßlich ist.

Ausführliche Kulturanweisungen zu geben, hielt ich nicht für notwendig, da diese mehrfach in leicht zu beschaffenden Schriften (1, 2, 5) behandelt sind, und weil der Raum zu ausführlichen Darlegungen nicht zur Verfügung stand.

Um Wiederholungen zu vermeiden, wurde zunächst dasjenige, was bei Anlage, Einrichtung und Betrieb eines jeden der in Frage kommenden Gärten gleichmäßig zu beachten ist, in einem besonderen Abschnitte behandelt.

Die dann folgenden Ausführungen über den Zentralanzuchtgarten beziehen sich auf solche Gärten, in denen für den Unterricht geeignete Pflanzen in größerer Menge planmäßig angezogen und in regelmäßigen Lieferungen den Schulen zugesandt werden. Auf Besuch seitens der Schulen wird weder bei der Anlage noch in der Unterhaltung dieser Gärten gerechnet.

Als Zentralschulgärten (3, 4) sind jene Gärten zu bezeichnen, die lediglich zur Belehrung im Garten selbst dienen sollen, und zwar für sämtliche Schulen der Stadt. Eine Abgabe von Pflanzen für den Unterricht in der Klasse findet nicht statt. Meist werden Zentralanzuchtgarten und Schulgarten räumlich miteinander verbunden. Die Ausführungen über die Einzelschulgärten (2, 5) oder Anstaltsgärten beziehen sich auf jene kleineren Gärten, die in unmittelbarer Nähe einer Schule gelegen, die Unterrichtsbedürfnisse dieser einen Anstalt entweder ganz oder (wo auch ein Zentralanzuchtgarten besteht) nur bezüglich der Beobachtung der Pflanzen im Freien zu befriedigen haben.

I. Anlage und Einrichtung von Schulgärten im allgemeinen.

Bei der Auswahl des Grundstücks für Gärten, die zur Anzucht von Pflanzen dienen, ist in Großstädten die Lage im Süden oder Westen der Stadt zu bevorzugen, da hier erfahrungsgemäß die Temperatur durchschnittlich ein bis zwei Grad höher ist als an der Nord- und Ostseite. Ein besonderes Augenmerk ist bei der Auswahl des Geländes auf die Boden- sowie die Luft- und Lichtverhältnisse zu legen. Besonders die beiden letzteren werden oft nicht genügend berücksichtigt.

Man sollte nur ein Gelände mit tiefgründigem und nahrhaftem Boden wählen, andernfalls wird sich besonders im Anzuchtgarten schon nach einigen Jahren bei der steten Entführung von Pflanzennährstoffen durch die stete Entnahme von Pflanzenteilen eine merkbare Erschöpfung des Bodens zeigen, die dann nur durch Zufuhr von teuren Düngemitteln gehoben werden kann. Flachwurzelnde und einjährige Gewächse begnügen sich mit einer Bodentiefe von 40 cm, für tiefwurzelnde ist 60 cm ausreichend; Bäume und Sträucher beanspruchen mindestens 1 m. Findet sich bei der Untersuchung bei 1,20—1,50 m der Spiegel des Grundwassers, so liegen auch die Feuchtigkeitsverhältnisse im Boden günstig; die Kulturbodenschicht kann dann immer aus dem Grunde genügend Feuchtigkeit nachziehen. — Eine Entwässerung des Geländes ist stets vorzunehmen, wenn der Untergrund nicht wasserdurchlässig ist. Welche Art der Entwässerung, ob durch Röhren oder Gräben, den Vorzug verdient, hängt von den Bodenverhältnissen ab. In Ton- oder fettem Lehmboden verlieren zur Entwässerung benutzte Röhren bald ihre Durchlässigkeit, und der Zweck der Anlage ist verfehlt. Daher wird diese Art der Entwässerung, die in der Anlage recht teuer ist, nur in Sand und sandigem Lehmboden anzuwenden sein. Billiger und vielfach vorteilhafter ist unter Umständen die Entwässerung mit Hilfe von Gräben zu erreichen, die mit lockeren Substanzen, Steinen, Reiserbündeln u. dgl. angefüllt, das überflüssige Wasser ständig abfließen lassen. Welche Art der Entwässe-

rung man auch anwendet, stets ist dafür zu sorgen, daß das aus dem Hauptkanal am unteren Ende abtretende Wasser abfließen kann. Wenn der Höhenunterschied des Geländes die Wasseransammlung zuläßt, benutze man diese zur Anlage der Kulturen der Sumpf- und Wasserpflanzen. Ist die Versumpfung des Bodens die Folge einer den Untergrund abschließenden, undurchlässigen Tonschicht, so wird eine einfache Durchbrechung der letzteren, wenn nötig an mehreren Stellen, die Entwässerung leicht herbeiführen. Wesentlich billiger als das Auswerfen eines Schachtes bis auf den Untergrund ist die Sprengung der undurchlässigen Schicht mit Hilfe von Romperit (16).

Die Wege müssen fest und trocken angelegt werden. Bei sandigem Boden genügt das Auftragen einer 8—10 cm hohen Kiesschicht. Wo eine stärkere Befestigung des Bodens notwendig wird, werden die Wege nach dem Abstecken etwa 25 cm ausgeworfen und mit Kies, Felssteinen, zerschlagenen Ziegelsteinen oder grober Steinkohlenasche angefüllt. Diese Materialien dürfen nicht gleich in der ganzen Höhe, sondern, falls es sich nicht etwa um große Steine handelt, nur schichtweise aufgetragen werden. Hierbei ist jede Schicht erst festzustampfen, bevor die folgende Lage aufgetragen wird. Wege, die breiter sind als 1 m, müssen in der Mitte höher liegen als an den Seiten. Nur so erhält man dauerhafte, feste Wege, die selbst dort, wo sie häufig mit Karren und Wagen befahren werden, aushalten. In kleineren Gärten kann man sich ohne Bedenken mit einem Auftrag von 5—6 cm lockerem Wegematerial (Steinkohlenasche od. dgl.) begnügen. Auch in kleinen Gärten sind genügend breite Wege vorzusehen; unter 1,50 m Breite nehme man nur für kleine Seitenpfade.

Wegeeinfassungen. Alle Kanten der Wege, die beim Besuche des Gartens durch die Schüler stark in Anspruch genommen werden, müssen einen festen Abschluß gegen die Beete hin erhalten, andernfalls verdirbt die an den Kanten abgetretene Erde die Wege, und der Garten erhält, mag er auch sonst noch so sorgfältig gepflegt sein, ein vernachlässigtes Aussehen. Je schmäler in einem Schulgarten die Wege sind, um so mehr Wert muß auf die Befestigung der Kanten gelegt werden. Eine billige, feste und dauerhafte Wegeeinfassung wird hergestellt mit Hilfe hartgebrannter Ziegelsteine, die, dicht aneinanderschließend, hochkantig oder schräg bis zur Hälfte in den Boden eingesetzt werden. Besonders bei geradlinigen Wegen sieht eine solche Einfassung, wenn die Steine von gleicher Färbung und scharfkantig sind, nicht unschön aus. Wo Rasenanlagen an diese Wege angrenzen, gibt galvanisiertes Bandeisen (gewöhnlich 40 mm breit und 3 mm dick genommen, bei höheren Kanten bei derselben Dicke 50 mm breit) eine billige, weil dauerhafte und schöne Kante. Wo man an den Beeten von einer festen Kante absieht, sollte man wenigstens die Ecken in einer passenden Weise, wenn auch nur durch Holzpflöcke sichern.

Sehr hübsch ist der Abschluß der Beete gegen den Weg hin durch niedrig bleibende, dicht rasenartig wachsende Pflanzen. Als solche können z. B. gewählt werden: *Allium Schoenoprasum*, viele Saxifragaarten (*S. bryoides*, *umbrosa* u. a.), Sedumarten (*S. Fabaria* und *spectabile*), *Arabis alpina* und *albida*, *Iris pumila*, *Hosta (Funkia) caerulea*, *Stachys lanata*, *Viola canina*, *Veronica prostrata*, *Petroselinum sativum var. crispa*, ferner *Buxus*, *Berberis*, durch Schnitt stets kurz gehalten.

Zu beachten ist, daß manche der vorhin genannten Pflanzen, z. B. die Saxifragen, die Arabisarten, in 3—4 Jahren so weit in die Beete und Wege hinübergewachsen sind, daß sie umgepflanzt werden müssen. Weniger Arbeit machen in dieser Beziehung Buchs, Schnittlauch, die Sedumarten, *Iris pumila*, *Hosta*, Petersilie. Bei schmalen Wegen, unter 2 m Breite, sind die kriechenden, weichen Saxifragen, Arabis und ähnliche Pflanzen weniger angebracht, da sie beim Herantreten der Schüler an die Felder leicht zertreten werden. — Einen schönen,

festen Abschluß der Beete bildet ferner eine **Rasenkante** von 15—20 cm, deren Unterhaltung allerdings etwas teurer ist.

Bodenbearbeitung. Wer an die Anlegung eines Gartens, dem Pflanzen zu Unterrichtszwecken entnommen werden, mit dem Gedanken herantritt, daß die wildwachsenden Pflanzen, vor allem die sog. Unkräuter, in bezug auf den Boden weniger Anspruch machen als die Kulturpflanzen, wird bald durch die Erfahrung eines anderen belehrt werden. Auch die Kinder unserer einheimischen Flora lohnen in der Kultur die Sorgfalt, die auf die Bearbeitung des Bodens verwandt wird. Bei der Anlage des Anzuchtgartens oder Zentralschulgartens kann schon bei der Auswahl des Geländes auf die Bodenbeschaffenheit Rücksicht genommen werden. Steht auch nicht ein solches mit wirklichem Gartenboden zur Verfügung, so wird man sich schon mit gutem Feldboden zufrieden geben können; denn in solchem lassen sich eine große Anzahl von Pflanzen aus den verschiedensten Familien ohne Mühe anziehen, sofern die erste Bearbeitung des Bodens in etwas sachverständiger Weise vorgenommen wird. Vor allen Dingen ist zu überlegen, ob ein Rigolen des Bodens erforderlich oder überhaupt angebracht ist. Alle Vorteile, die man dieser Bodenbearbeitnng beim Vorhandensein eines guten Untergrundes nicht absprechen kann, werden ins Gegenteil verkehrt, wenn aus der Tiefe schlechter, toter Boden an die Oberfläche gebracht wird. Bei schlechtem Untergrunde verzichte man ohne weiteres auf das kostspielige Rigolen und lockere den Untergrund durch Sprengen mit Romperit (16). Dann genügt als erste Bearbeitung ein einfaches Graben der Felder. Sorgfältiger wird man bei der Bodenbearbeitung zu Wege gehen müssen bei der Anlage eines Schulgartens an einer Schule, besonders wenn der Platz bei der Ausführung des Baues als Lagerplatz der Materialien gedient hat. In solchem Falle kann nur durch sorgfältiges tiefes Umgraben oder Rigolen, wobei sämtliche Steine sorgfältig auszulesen sind, der Boden zur Anzucht von Pflanzen hergerichtet werden. Zeigt sich auch nach dieser Arbeit der Boden noch als schlecht und humusarm, so empfiehlt es sich, im ersten Jahre den Garten nicht planmäßig zu bepflanzen, sondern den Boden vorerst durch Anfuhr besserer Erde, durch Düngung oder durch Anbau einer Gründüngungspflanze zu verbessern. Der Verlust des einen Jahres wird durch das bessere Gedeihen der Pflanzen in den folgenden Jahren reichlich aufgewogen. Auch wird der Lehrer, dem die Gartenanlage unterstellt ist, selbst eine größere Freude und Befriedigung an seiner Arbeit haben, bei seinen Schülern und Kollegen größeres Interesse für seine Schöpfungen erwecken und die vorgesetzte Behörde leichter zur Gewährung der erforderlichen Geldmittel für die Unterhaltung bewegen, wenn der Erfolg der Kulturen ein glänzender ist, als wenn die Anlage von vornherein den Anschein erweckt, als sei sie verfehlt.

Mit der Bearbeitung des Bodens hat stets eine sachgemäße Düngung Hand in Hand zu gehen. Hierbei kommt in erster Linie der Stalldünger in Betracht. Zur Bereicherung des Bodens an Humus kann Kompost und besonders Torfmull dienen. Außer diesen kommen bei genügend Humusreichtum des Bodens die sogenannten künstlichen Düngemittel mit Erfolg zur Anwendung (11). Zu beachten ist hierbei, daß manchen Pflanzen eine Düngung mehr Schaden als Nutzen bringt. So z. B., wenn die einheimischen Orchideen mit Stalldünger oder das Sumpfbeet, auf dem die Sonnentauarten wachsen, mit kalkhaltigen Nährsalzen gedüngt werden. Viele der hier in Betracht kommenden Pflanzen (z. B. *Saponaria off.*, *Hypericum perfor.*, *Scrophularia nodosa*, *Symphytum off.*) stellen so geringe Ansprüche an die chemische Beschaffenheit des Bodens, daß sie jahrelang ohne Zufuhr von Dungstoffen auf demselben Platze freudig gedeihen.

Zur Erhaltung und Vermehrung des Humusbestandes der Erde wird in jedem regelrecht betriebenen Garten das Sammeln aller im Betriebe entstehenden organischen Abfall-

stoffe notwendig sein. Hierzu werden sämtliche abgeernteten Pflanzenteile, Laub, ausgejätetes Unkraut, Düngerabfälle, Gras, Heu, Stroh, **Kalkstücke** usw. mit Erde gemischt, zu einem Haufen aufgesetzt, und zwar an einer schattigen Stelle. Dieser Komposthaufen wird stets feucht gehalten und alljährlich wenigstens einmal umgesetzt. Im dritten Jahre ist dieser Haufen zu brauchbarer Komposterde umgewandelt. In großen Anzuchtgärten wird man drei solcher Haufen von verschiedenem Alter in Betrieb haben; auch wird dort das Laub zur Beschaffung von Lauberde gesondert aufgeschichtet. In kleinen Schulgärten werden die sämtlichen Abfälle an einer abgelegenen Stelle hinter einem Bretterverschlag aufgespeichert. Man vermeide jedoch, tierische Abfälle dorthin zu bringen wegen des unangenehmen Geruches und des Auftretens von Fliegen.

Zur **Bewässerung der Pflanzenkulturen** ist bekanntlich fließendes Wasser, sodann solches aus Teichen und Regenwasser am geeignetsten. In Städten kommt jedoch meistens nur das Wasser der Wasserleitung in Frage. Meist enthält dieses reichlich Kalk und Magnesiasalze und ist dann für manche Kulturen, z. B. die der Moorpflanzen, nicht zu verwenden. — Wenn es eben angeht, verwende man es nicht direkt aus der Leitung kommend, sondern lasse es in großen Holz- oder Zementbassins so lange stehen, bis es sich erwärmt hat, und durch Ausscheiden eines Teiles der genannten Salze weicher geworden ist. — Ermöglicht die Lage des Gartens den Anschluß an die Wasserleitung, so lasse man diese jedenfalls ausführen. Hierbei brauchen die Rohre jedoch nicht frostsicher, d. h. 1 m oder noch tiefer in den Boden versenkt zu werden; eine Tiefe von 30 cm genügt, wenn die Leitung nach einer Seite gleichmäßig abfällt und hier an der tiefsten Stelle ein Entleerungshahn angebracht ist, den man im Herbst öffnet. Die Hydranten zur Entnahme des Wassers lasse man in nicht zu großer Entfernung voneinander anbringen, damit man mit kürzeren Gummischläuchen auskommt. Eine Entfernung von 20 m zwischen den einzelnen Hydranten sollte auch in großen Gärten keinesfalls überschritten werden. Die Mehrausgaben für Hydranten werden durch Ersparnis im Verschleiß der teuren Gummischläuche im Betriebe reichlich gedeckt. Teiche, Bassins und Behälter für Kulturen von Wasser- und Sumpfpflanzen, die einen größeren Umfang haben, werden direkt an die Wasserleitung angeschlossen. Für möglichste Dichtung dieser Wasserbehälter ist zu sorgen (1).

Ist nämlich nur durch Zulauf das verdunstende Wasser zu ersetzen, so behält die Wassermasse in etwa die Wärme der Luft, was zum Gedeihen der meisten Wasser- und Sumpfpflanzen unerläßlich ist (6). So gedeihen z. B. Nymphäen bei starkem Zulauf kalten Wassers überhaupt nicht; ebenso wenig in Bassins, in denen das Wasser beständig in starker Bewegung ist.

In kleineren Betrieben und bei empfindlicheren Pflanzen überhaupt ist das Bewässern mit der Gießkanne dem Spritzen mit dem Schlauche vorzuziehen. Die großen Felder des Anzuchtgartens wird man stets am besten mit Hilfe verstellbarer Berieselungsvorrichtungen (17) bewässern. Man sorge dafür, daß die Schläuche, wenn sie nicht in Betrieb sind, niemals längere Zeit der Sonnenbestrahlung ausgesetzt werden; im Herbst sind sie zeitig in frostsicherem, möglichst gleichmäßig temperiertem Raume unterzubringen.

Als **Umzäunung der Gärten** kommen zur Bildung eines lebenden Abschlusses in Betracht: für hohe Hecken die Weißbuche; sie liebt feuchten Boden, Anpflanzung in 30—50 cm Abstand am Draht; sie hält über Winter das trockene Laub und bietet daher auch guten Winterschutz. Von immergrünen Pflanzen lassen sich für hohe Hecken *Thuja occidentalis* und *Th. Lobbi* verwenden. Zu niederen Hecken ist der Weiß- oder Rotdorn empfehlenswert. Schöne Hecken lassen sich ferner herstellen mit Hilfe der Ligusterarten, besonders *Ligustrum*

vulgare und *L. ovalifolium*; letztere hält in nicht zu rauhem Klima die schönen dunkelgrünen Blätter auch über Winter. Eine prächtige mittelhohe Hecke bildet die japanische Quitte, *Cydonia japonica*. Zu niederen Hecken sind auch die Berberitzenarten (*Berberis vulgaris, B. aquifolium* u. a.) zu empfehlen, ferner *Taxus* und *Ilex*. An Drahtzäunen finden ausdauernde Kletterpflanzen Verwendung, die keine dicken Stützen beanspruchen, z. B. der wilde Wein, *Clematis*- und *Lonicera*-Arten und die zahlreichen Arten der sog. Kletterrosen.

Die **Anschaffung der Pflanzen und Samen** macht weniger Schwierigkeit, als es den Anschein hat. Käuflich sind die wildwachsenden allerdings nur zum kleineren Teil zu erhalten. Am schnellsten und sichersten verschafft man sich dieselben, soweit sie in der näheren Umgebung vorkommen, durch Sammeln an ihren natürlichen Standorten. Dabei ist zu beachten, daß, von seltenen Ausnahmen abgesehen, ein freudiges Anwachsen der perennierenden Pflanzen nur dann zu erwarten ist, wenn sie in ihrer Ruheperiode verpflanzt werden. Man bezeichne also im Freien solche Stauden, die man überzusiedeln beabsichtigt, in der Blütezeit durch einen kleinen, festen Holzpflock und warte mit dem Verpflanzen, bis das Absterben der Stengel den Eintritt in die Ruheperiode anzeigt. Die meisten Stauden lassen sich schon zu Beginn dieser ohne Wurzelballen verpflanzen. Die zwischen den ausgehobenen Wurzelstöcken sitzenden Rhizome anderer Pflanzen, z. B. von Gräsern (vor allem der Quecken) sind sorgfältig zu entfernen. In voller Vegetation kann man die staudenartigen Gewächse nur mit Erdballen verpflanzen, und ist auch dann das Anwachsen nicht immer gesichert. Aber auch bei denjenigen Stöcken, die nach der Übersiedelung angewachsen sind, hat man in der Weiterkultur nicht immer den erwarteten Erfolg. Manche versagen fast regelmäßig, wenn die Boden-, Luft- und Lichtverhältnisse an ihrem neuen Standorte nicht ganz denen des alten entsprechen. Deshalb wird man, auch bei den ausdauernden Gewächsen immer die besten Kulturerfolge durch Anzucht aus Samen erzielen. — Die Samen mancher wildwachsenden Pflanzen sind in großen Samenhandlungen käuflich zu erhalten (18). Andere Samen wird der Leiter des Gartens entweder selbst sammeln oder durch Lehrer von Spaziergängen, Ferienwanderungen und Reisen mitbringen lassen. Weiterhin sind Samen auch aus den großen botanischen Gärten zu erhalten, falls man sich zeitig mit diesen in Verbindung setzt. Diese Gärten unterhalten nämlich unter sich für ihre Zwecke einen Samenaustausch, und ist in großen botanischen Gärten die geerntete Samenmenge von einzelnen Pflanzenarten manchmal recht beträchtlich und über den Bedarf des Samenaustausches weit hinausgehend. Einer kostenlosen Überlassung von Samen zur Anlegung von Schulgärten werden nirgendwo Schwierigkeiten gemacht, falls das Verzeichnis der erbetenen Samen früh genug eingesandt wird. Die Samenversendung muß nämlich in den botanischen Instituten im Februar, spätestens Anfang März beendet sein.

Später erzeugt der Anzuchtgarten und der Zentralschulgarten die nötige Samenmenge selbst; dennoch wird man auch in diesen nur solche Samen sammeln, die man in Samenhandlungen nicht billiger kaufen kann. So sind z. B. die Samen aller Gewächse, die als Kulturpflanzen im Großen angebaut werden, kaufweise billiger zu erlangen als durch Sammeln unter Ausgabe hoher Arbeitslöhne. Samen, die man käuflich bezogen hat, unterziehe man einer Keimprobe. Durch diese kleine Mühe erspart man sich unter Umständen viel Arbeit, Zeitverlust und Unannehmlichkeiten. Stauden kann man auch als Pflanzen aus größeren Staudengärtnereien beziehen. Falls man Bäume und Sträucher nicht aus einer Baumschule bezieht, sondern im Walde aushebt, wähle man nicht zu große Exemplare; denn diese vertragen meist das Verpflanzen nicht. Im übrigen ist vor einer allzu ausgedehnten Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern zu warnen; dieses gilt selbst für größere Anzucht- und Zentralschulgärten.

Bei der **Auswahl der anzupflanzenden Arten** ist natürlich die örtliche Flora ausgiebig zu berücksichtigen; des weiteren sind solche zu bevorzugen, die gleichzeitig möglichst vielen Belehrungszwecken dienen können, die beispielsweise für den biologischen Unterricht und zur Erläuterung des Systems zu verwenden sind, oder die als technische Nutzpflanzen, als Gift- und Heilpflanzen von Bedeutung sind, oder die als Vorlagen für den Zeichenunterricht Verwendung finden können.

Wo die einheimische Flora nicht ausreicht, oder ein Vertreter fremdländischen Florengebietes eine bestimmte biologische Erscheinung in besonders schöner Weise zeigt, nehme man ohne Bedenken auch den letzteren in Kultur, falls die klimatischen Verhältnisse und die Einrichtung des Gartens dieses zulassen; denn die Schüler sollen die Erscheinungen des Pflanzenreiches so vielseitig wie möglich kennen lernen, ihren Gesichtskreis auch auf botanisch-biologischem Gebiete möglichst erweitern.

Eine **Schutzdecke** für die Pflanzen ist in normalen Wintern für den größten Teil der Freilandgewächse nicht erforderlich. Wo aber bei sehr freier Lage des Gartens oder in besonders kalten Gegenden bei einzelnen Arten eine solche notwendig wird, sind die Beete mit Tannen- und Fichtenzweigen zu bedecken oder mit den abgestorbenen Stengeln von Mais, Sonnenblumen, Staudenastern u. dgl. Unter diese Materialien kann bei zarteren Gewächsen oder bei ungewöhnlicher Kälte eine Laubdecke gelegt werden. Diese Deckung darf aber im Herbst nicht zu früh aufgelegt werden; man warte ruhig, bis eine kleine Frostperiode eingetreten und der Boden mindestens einige Zentimeter tief gefroren ist. Die winterharten staudenartigen Gewächse treiben im Frühjahr viel kräftiger aus, wenn die Wurzelstöcke im Winter der Einwirkung einiger Kältegrade ausgesetzt waren. Die Bedeckung ist zu entfernen, sobald keine andauernd strenge Frostperiode mehr zu erwarten ist; auf keinen Fall darf sie liegen bleiben, bis die Pflanzen auszutreiben beginnen. Nur der Hochgebirgsflora läßt man im Frühjahr eine leichte Deckung länger, um den Boden gleichmäßiger feucht zu halten und die Pflanzen vor den austrocknenden Märzwinden zu schützen.

II. Der Zentralanzuchtgarten.

Die Notwendigkeit, Gärten anzulegen, die den Zweck haben, einer größeren Anzahl von Schulen das Pflanzenmaterial zu beschaffen, wird sich nur in Großstädten einstellen, oder in solchen kleineren, wo die Flora der Umgebung außergewöhnlich arm ist. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich nur auf solche Zentralanzuchtgärten; sie gelten also nicht für jene kleineren Gärten, die, in direkter Verbindung mit einer Lehranstalt stehend, in erster Linie als Unterrichtsgärten dienen und nebenher die für den Unterricht in der Klasse notwendigen Pflanzen in beschränkter Zahl liefern.

Wahl des Geländes für den Anzuchtgarten. Es empfiehlt sich nicht, den Anzuchtgarten für die Lieferpflanzen in einen öffentlichen Park zu legen, weil infolge der täglichen Entnahme von größeren Pflanzenmengen und den damit zusammenhängenden Arbeiten ein solcher Garten niemals in einem sehr sauberen Zustande gehalten werden kann. Wo aber die Gelegenheit geboten ist, den Garten in unmittelbarer Nähe einer Parkanlage anzulegen, soll man möglichst davon Gebrauch machen, weil dadurch günstigere Wachstumsbedingungen für die Pflanzen geschaffen werden; auch wird der Betrieb wesentlich erleichtert und billiger gestaltet, da sich die Anzucht der Lieferpflanzen auf Stauden sowie ein- und zweijährige Gewächse beschränken kann. Hinreichendes Material von Bäumen und Sträuchern kann aus dem Park entnommen werden. Auch kann in diesem Falle das Personal und die Leitung des Be-

triebes, soweit er sich auf die **Anzucht** der Pflanzen bezieht, dem Gärtner des Parkes ganz oder zum Teil unterstellt werden. Die eigentliche Leitung des Gartens, vor allem die Bestimmung, welche Pflanzen angezogen und geliefert werden, die Regelung der Art der Lieferung usw. sollte stets einem Fachlehrer übertragen werden.

Bei der Anlage eines Anzuchtgartens ist zunächst auf die Erwerbung eines möglichst billigen Geländes Bedacht zu nehmen. Ist ein solches in der Nähe der Stadt nicht zu finden, so gehe man ruhig weiter hinaus; denn für den Transport der Pflanzen zu den Schulen hin spielen einige hundert Meter Weges keine Rolle, während der Preisunterschied des Geländes ein bedeutender sein kann. Anzuchtgärten können auch unbedenklich, falls ein durch Lage, Bodenbeschaffenheit u. dgl. besonders günstiges Gelände zur Verfügung gestellt wird, auf einem solchen, das nur vorübergehend benutzt werden kann, angelegt werden. Eine Verlegung der Anzuchtfelder an eine andere Stelle läßt sich ohne große Kosten und ohne erhebliche Betriebsstörung ausführen, falls aus irgendeinem Grunde das bisher benutzte Gelände zu anderen Zwecken verwendet werden soll.

Die **Größe des Gartens** wird in erster Linie bestimmt durch die Anzahl der zu liefernden Pflanzen, wobei auf die zu erwartende Vermehrung und Erweiterung der Schulen Rücksicht zu nehmen ist. Auch sind dort, wo zunächst nur die Bedürfnisse der höheren Schulen berücksichtigt werden sollen, die Anforderungen der Volksschulen nicht zu vernachlässigen; denn es hat sich überall gezeigt, daß auch von diesen bald Zustellung von Pflanzen gewünscht wurde. Eine Errechnung des Bedarfs an Material ist leicht auszuführen, während der Ertrag der Felder sich nicht mit Bestimmtheit angeben läßt. Dieser ist im wesentlichen abhängig von örtlichen und klimatischen Verhältnissen. Die fleißigen Zusammenstellungen, die von mancher Seite (2, 5) gemacht wurden, gelten nur für die dort in Betracht kommenden Verhältnisse, haben also nur relativen Wert.

Die **Anlage und Einteilung** des Anzuchtgartens erfolge nur von dem Gesichtspunkte, auf dem Gelände möglichst viele Pflanzen heranzuziehen. Es sind also bei der Einteilung und Bewirtschaftung nur der Betrieb einer reinen Nutzgärtnerei zum Vorbild zu nehmen.

Hat man es mit einem Gelände von regelmäßiger Form zu tun, so wird dasselbe zunächst von zwei sich kreuzenden Mittelwegen aufgeteilt; übersteigt dann die Breite eines jeden der vier Quartiere 20 m, so legt man in einer entsprechenden Entfernung von der Umzäunung einen rundum laufenden Weg, wodurch man eine Randrabatte erhält; übersteigt bei dieser Einteilung die Länge eines der vier Quartiere 50 m, so muß es durch Wege nochmals aufgeteilt werden. Man erhält auf diese Weise große, regelmäßig gestaltete Anbauflächen. Diese werden bei der Anpflanzung in Beete von 1 m Breite eingeteilt, zwischen denen Streifen von 30 cm unbepflanzt bleiben. Diese Pfade erhalten keine besondere Befestigung. Die Hauptwege werden nicht unter 2 m, bei größeren Gärten nicht unter 3 m breit.

Im Pflanzenanzuchtgarten ist eine Herstellung fester Wegekanten oder eine Bepflanzung derselben nicht erforderlich; es sei denn, daß man diese zur Beschaffung von Lieferpflanzen benutzen will.

Hierzu eignen sich dann: *Allium Schoenoprasum, Arabis, Iris pumila,* niedrige Kampanulaarten, *Viola canina,* niedrige Sedumarten.

Bringt man bei der Anpflanzung auf die an den Zaun grenzenden Rabatten die Bäume und Sträucher, so gibt man dem Garten einen bei freiliegendem Gelände unentbehrlichen Windschutz und erhält Plätze für die Anzucht von Schattenpflanzen. Wo es erforderlich ist, auf den großen Anzuchtfeldern Beete für Schattenpflanzen anzulegen, bringe man von Osten nach Westen verlaufende Hecken von nicht zu hohen Sträuchern an. Im übrigen ver-

meide man es nach Möglichkeit, irgendwo in der Mitte oder am Rande dieser Felder hohe Sträucher oder Bäume anzupflanzen, weil der Garten sonst sehr bald zu schattig wird.

Für die Wasser- und Sumpfpflanzen wird der Platz an einer recht sonnigen Stelle gewählt. Ist laufendes Wasser vorhanden, so wird man natürlich dieses benutzen. Beim Gebrauch von Wasserleitungswasser ist für besonders gute Dichtung der Wasserbehälter zu sorgen. Auch für die Sumpfpflanzen ist dann eine Dichtung des Bodens, wenn auch nur mit Dachpappe, herzustellen (1).

Besondere Beete sind anzulegen für die Anzucht der Moor- und der Heidepflanzen (18). Im allgemeinen wird man aber auf die Anzucht dieser Pflanzen zu Lieferungszwecken verzichten müssen, weil ihre Anzucht in der Nähe von Großstädten wegen der ungünstigen Luft- und Wasserverhältnisse erhebliche Schwierigkeiten bereitet.

Die **Bearbeitung der großen Anzuchtfelder** wird wesentlich erleichtert, wenn man die Stauben gesondert von den ein- und zweijährigen Pflanzen für sich auf größeren zusammenhängenden Flächen kultiviert. Wenn nach einigen Jahren ein Verpflanzen der Stauben notwendig wird, wechseln sie mit den einjährigen Pflanzen den Platz. Es ist zu vermeiden, die ein- und zweijährigen Gewächse in zwei aufeinanderfolgenden Jahren auf dasselbe Beet zu bringen.

Die Anpflanzung selbst erfolgt lediglich unter Berücksichtigung praktisch gärtnerischer Gesichtspunkte; man vermeide jedoch, Pflanzen, die zum Verwechseln ähnlich sehen, dicht nebeneinander zu bringen, da sonst beim Schneiden von Lieferpflanzen und beim Sammeln von Samen leicht Verwechslungen vorkommen. Manche Stauben dauern jahrelang an demselben Platze aus, während andere schnell zurückgehen. Man sorge bei allen Stauben zeitig für junge Pflanzen, da die meisten durch die alljährliche reichliche Entnahme von Pflanzenteilen geschwächt, bald merklich zurückgehen. Von den abgeblühten Stauben sind die Samenanlagen bald zu entfernen. Bei den einjährigen Gewächsen kann man durch ungleiches Besäen und Bepflanzen der Beete während einer längeren Zeit Pflanzenmaterial erhalten.

Häufig treten zwischen den ausgesäten Pflanzen in Masse bestimmte Unkräuter auf. Diese sind zu schonen, da sie oft nach einiger Zeit als Lieferpflanzen Wert haben. Die früh im April oder Anfang bis Mitte Mai abgeernteten Beete geben bei sofortiger Bearbeitung für den Herbst noch eine zweite Ernte. Auf die im Spätsommer frei werdenden Beete kommen die jungen zweijährigen Pflanzen oder die neu angezogenen Stauben.

Manche der gewöhnlichsten Unkräuter sind unter Umständen billiger durch Sammeln an ihrem natürlichen Standorte als durch Anzucht zu beschaffen. Man beschränke das Sammeln jedoch auf die allergewöhnlichsten, sich stark vermehrenden Unkräuter.

Zu erwägen ist weiterhin, ob, was meistens der Fall ist, die Zweige von Waldbäumen nicht billiger käuflich aus dem nächsten Forste zu erwerben sind.

Zur Bezeichnung der Pflanzen genügen einfache Holzschilder; für die Stauben größere (30—40 cm lange), für die ein- und zweijährigen Gewächse kleinere von 10—15 cm Länge.

Außer den Anzuchtfeldern sind für den Betrieb des Anzuchtgartens an einer geschützten Stelle Saatbeete und Mistbeetkästen anzulegen. Dorthin verlegt man auch den Platz für das Zurechtmachen der Pflanzenlieferungen und die Betriebsgebäude. Der Umfang der letzteren hängt von der Größe des Betriebes ab. Erforderlich sind jedenfalls: ein Wohnraum für den Gärtner und Gehilfen, ein Geschäftszimmer für den Leiter des Gartens, Zimmer zum Aufbewahren der Sämereien, Schuppen für Wagen und Geräte, ein Arbeiterraum.

Bei der **Auswahl der anzuziehenden Pflanzen** sind zunächst diejenigen auszuscheiden, deren Kultur unter den gegebenen Verhältnissen Schwierigkeiten bereiten, sodann die nicht

reichlich und willig blühenden und solche, deren Blüten wenig haltbar sind. Von letzteren öffnen jedoch manche, in Wasser gestellt, ihre Knospen sehr leicht, und können diese noch als Lieferpflanzen betrachtet werden. Bei der weiteren Sichtung wähle man für den botanischen Unterricht diejenigen aus, welche gleichzeitig biologisch wichtige Beobachtungen zulassen und zur Erläuterung des Pflanzensystems benutzt werden können. In erster Linie sind natürlich die Pflanzen der Heimat zu berücksichtigen, neben diesen aber auch die bekanntesten Zierpflanzen, insbesondere die ausländischen Bäume und Sträucher, die in den öffentlichen Anlagen allgemein angepflanzt werden. Besonders angebracht ist die Anzucht und Lieferung derjenigen Pflanzen, die in den eingeführten Lehrbüchern als Beispiele aufgeführt sind.

Auszuschließen von der Anzucht sind diejenigen, deren Blütezeit in die großen Sommerferien fällt, sofern dieselbe nicht durch besondere Kulturmethode, z. B. späteres Aussäen, Zurückschneiden u. dgl. in eine andere Zeit verlegt werden kann.

Faßt man das vorhin Gesagte zusammen, so wird man ohne weiteres einsehen, daß es schwierig ist, eine für alle Verhältnisse passende Liste der anzuziehenden Pflanzen aufzustellen. Auch aus dem Grunde halte ich dieses nicht für angebracht, weil dadurch allzu leicht eine schablonenmäßige Einseitigkeit erzeugt wird und Versuche mit andern als den angegebenen Pflanzen unterbleiben, wodurch dem Leiter des Gartens der Reiz an der eigenen Arbeit genommen wird.

Bezüglich der Anzahl der anzuziehenden Pflanzenarten glaube ich, daß selbst für größere Gärten 150 bis 200 Arten genügen.

Wo es von den Schulen verlangt wird, sind auch Pflanzen anzuziehen, die Objekte für den Zeichenunterricht liefern können; des weiteren zur Lieferung in einzelnen Exemplaren Pflanzen, die als Anschauungsmaterial im Haushaltungsunterricht Verwendung finden und solche, die für die biologischen Übungen und physiologischen Versuche gewünscht werden.

Von den Kryptogamen lassen sich Farne und Schachtelhalme leicht anziehen; Algen treten spontan in allen Wasserbehältern auf; von den Moosen sind die Lebermoose leicht zu beschaffen (13); von den Pilzen ist durch regelrechte Anzucht mit Sicherheit nur der Champignon zu kultivieren (12).

Die in den Anzuchtbeeten auftretenden schädlichen Pilze, z. B. Brand- und Rostpilze, Mutterkorn, Mehltau, Malvenrost u. dgl. geben wertvolles Beobachtungsmaterial. Stets sind anzuziehen Keimpflanzen von monokotylen und dikotylen Gewächsen (Mais, *Vicia faba*).

Die Leitung des Zentralanzuchtgartens. In größeren Anzuchtgärten sind die Arbeiten zur Kultur der Pflanzen einem Gärtner zu übertragen, dem das Arbeiterpersonal direkt zu unterstellen ist. Dem Lehrer, der das ganze Institut leitet, muß bei der Wahl des Gärtners eine maßgebende Stimme eingeräumt werden. Als Richtschnur möge dem Leiter dienen, daß demjenigen Bewerber unbedingt der Vorzug zu geben ist, der genügend praktische Erfahrung in der Anzucht der Freilandpflanzen besitzt; vor allem muß er mehrere Jahre in einer Staudengärtnerei gearbeitet haben. Auf den Nachweis von botanischen Kenntnissen ist kein so großer Wert zu legen; noch weniger auf die Befähigung, als Gartenkünstler wirken zu können. Bei kleineren Anzuchtgärten, die für wenige Schulen die Pflanzen zu beschaffen haben, kann die Leitung sämtlicher Arbeiten in die Hände eines Lehrers gelegt werden, der dann mit Hilfe zeitweilig beschäftigter Arbeitskräfte den Garten in Ordnung halten kann.

Dem Leiter des Anzuchtgartens fallen auf jeden Fall nun folgende Aufgaben zu: Zunächst zu bestimmen, welche Pflanzen zur Anzucht kommen, in welcher Weise die Pflanzen oder Samen, falls sie im Betriebe nicht selbst geerntet werden, zu beschaffen sind; sodann hat

er die gesamten Arbeiten zur Herstellung der Pflanzenlieferungen zu regeln und zu überwachen und dafür zu sorgen, daß die übrigen Fachlehrer in passender Weise von den demnächst zur Lieferung kommenden Pflanzen verständigt werden; ferner die Wünsche der Lehrer entgegenzunehmen und ev. zu berücksichtigen; endlich für die richtige Benennung und Etikettierung der Pflanzen zu sorgen.

Inwieweit sich sonst seine Tätigkeit im Betriebe besonders größerer Anzuchtgärten erstrecken soll, auf die Annahme der Arbeiter, Anschaffung von Arbeitsgeräten, Verwaltung der etatsmäßig ausgeworfenen Gelder, läßt sich nicht allgemeingültig regeln, da es von den Verhältnissen des Betriebes und vor allem auch von der Persönlichkeit des Lehrers abhängt.

Die Pflanzenlieferungen. Vor Beginn der Lieferungen hat der Leiter festzustellen, auf welche Weise die Fachlehrer über die in nächster Zeit zur Lieferung kommenden Pflanzen unterrichtet werden. Dabei ist auch zu erwägen, ob und inwieweit Wünsche der einzelnen Lehrer berücksichtigt werden können.

In kleineren Betrieben, insbesondere dort, wo der Anzuchtgarten nur für wenige nicht allzu entfernt liegende Schulen das Pflanzenmaterial zu liefern hat, ist ein direkter Verkehr zwischen Lehrern und Garten leicht zu regeln. Schwieriger liegen die Verhältnisse bei größeren Gärten; weil hier eine große Anzahl von Exemplaren geliefert werden muß und deshalb nur eine beschränkte Anzahl von Arten angezogen werden kann, müssen die Pflanzen an die Schulen zur Ablieferung gelangen, sobald sie in einem für den Unterricht verwendbaren Zustand vorhanden sind.

Es verrät wenig Verständnis für die Anforderungen, die der botanische Unterricht an den Garten stellt, wenn die Bestimmung getroffen wird, den höheren Schulen wie den Volksschulen in gleicher Weise dieselben Pflanzen zu senden und die in nächster Zeit zur Lieferung gelangenden Pflanzen einfach im Lokalblatte bekannt zu machen. Bei den Pflanzenlieferungen an die Volksschulen kann, weil in diesen der Lehrer nach einem bis in die Einzelheiten festgelegten Lehrplane unterrichten muß, eine Gleichmäßigkeit sämtlicher Lieferungen stattfinden. Bei den höheren Lehranstalten muß jedoch den individuellen Bedürfnissen des botanischen Unterrichts Rechnung getragen werden. Hat der Leiter Einblick in den Lehrplan der einzelnen Schulen, und ist es ihm möglich, die Pflanzenlieferungen den Bedürfnissen des Unterrichts einer jeden einzelnen Lehranstalt genügend anzupassen, so wird ihm einfach die Bestimmung darüber, was jedesmal geliefert wird, zu überlassen sein, er muß nur der Schule vorher ankündigen, welche Pflanzen die nächste Lieferung enthält. Umständlicher gestaltet sich das Verfahren, wenn den Schulen seitens des Gartens ein Verzeichnis der zur Lieferung zur Verfügung stehenden Pflanzen übersandt wird, welches die Lehrer nach Bezeichnung des Gewünschten dem Garten zurückzusenden haben. Den Wünschen eines jeden Lehrers kann auf diese Weise entsprochen werden; dem Leiter des Gartens aber bringt dieser Modus sehr erhebliche Mehrarbeit, und gleichzeitig verteuert er die Anzucht der Pflanzen, weil hierbei manche Arten ganz zwecklos angezogen werden, da sie entweder gar nicht oder in nur ganz beschränkter Anzahl verlangt werden.

Zur **Zustellung an die Schulen** werden die Pflanzen geschnitten und mit Bast leicht zusammengebunden. Letzteres erfolgt am besten gleich nach dem Abschneiden auf dem Felde. Die ein- und zweijährigen Pflanzen werden, wenn es sich nicht um zu große Pflanzen handelt, sämtlich mit der Wurzel entnommen; von größeren Pflanzen werden wenigstens jedem Bündel einige mit Wurzel beigegeben. Pflanzen, deren Blüten leicht abfallen, werden im Knospenzustande geschnitten. Stauden werden nur vereinzelt mit Wurzelstöcken geliefert. In diesem Falle nimmt man am besten Pflanzen mit oberflächlich kriechendem oder nicht zu tief wach-

sendem Wurzelstock. Bei Knollen- und Zwiebelpflanzen ist jedem Bündel wenigstens ein vollständiges Exemplar beizufügen. Beim Schneiden der Stauden ist eine einzelne Pflanze niemals aller oder zu vieler grünen Teile zu berauben.

Die fertigen Pflanzenbündel werden möglichst bald in den Aufbewahrungsraum gebracht, mit Namenschildchen versehen und ins Wasser gestellt. Die Schrift auf den Etiketten darf nur mit Tusche, Bleistift oder durch Stempel mit unverwischbarer Farbe hergestellt sein.

Der Raum zum Aufbewahren der Pflanzen liege möglichst an der Nordseite eines Gebäudes oder im Schatten einer größeren Gehölzgruppe; er muß so weit geschlossen sein, daß keine scharfe Zugluft die Pflanzen treffen kann. Als Wasserbehälter können Holzfässer dienen, die jedesmal vor Einstellung der Pflanzen mit frischem Wasser zu füllen sind. In größeren Betrieben kommen vorteilhafter feststehende Bassins, etwa mit Zink ausgeschlagene Holzkästen zur Verwendung, die etwa 70 cm breit und 25—30 cm tief sind; Querstäbe, die in der Entfernung von etwa 50 cm angebracht sind, geben den eingestellten Pflanzen den nötigen Halt. Das Bassin muß Wasserzu- und -abfluß haben.

Bei der **Zustellung der Pflanzen** an die Schulen kommt in größeren Betrieben nur die Besorgung durch das Personal des Gartens in Frage. Das Abholenlassen durch den Schuldiener oder durch Kinder ist nicht zu empfehlen. — Die Zustellung umfangreicherer Pflanzensendungen wird mit Handwagen oder Fuhrwerk zu bewerkstelligen sein. Für ersteren wird die Benutzung leicht gebauter zweirädriger Handwagen genügen. Als Oberbau hat sich bei diesem ein kastenartiges Gestell bewährt, das mit Segeltuch bespannt ist; es wird auf einen federnden Handwagen aufgebaut. Das Innere des Kastens kann in mehrere übereinanderliegende Abteilungen geteilt werden. Ein solcher Wagen kann leicht beladen von einer einzigen, vollgeladen von zwei Personen bequem gezogen werden. Wird die Zustellung der Pflanzen durch Fuhrwerk vorgenommen, und ist für letzteres im Betriebe sonst keine Verwendung, so übertrage man den Pflanzentransport vertragsmäßig einem Fuhrunternehmer. — Das Einlegen der Pflanzenbündel in den Wagen darf erst kurz vor der Abfahrt desselben erfolgen. Unter normalen sommerlichen Witterungsverhältnissen bleiben die Pflanzen mehrere Stunden frisch, oder aber sie erholen sich schnell, wenn sie nach Ankunft in der Schule sofort in Wasser gestellt werden. Dort sind die Behälter zum Aufbewahren der Pflanzen an einem kühlen, aber hellen Ort aufzustellen. Für kleinere Pflanzensendungen empfiehlt sich in Großstädten die Benutzung des Fahrrades und der Straßenbahn.

Die **Kosten** für die erste Anlage eines Pflanzenanzuchtgartens sind, wenn keine erheblichen Arbeiten zur Entwässerung, Bodenverbesserung, vielleicht auch keine Wasserleitung zu verlegen ist, kaum so bedeutend, daß nicht auch eine Stadt mittlerer Größe die Anlage eines solchen ins Auge fassen könnte. Unter Zugrundelegung der Löhne und der Materialpreise einer Großstadt würde unter den eben angegebenen Voraussetzungen die Anlage eines 1 ha großen Anzuchtgartens, einschließlich der Errichtung einfacher Bauten aus Fachwerk, mit etwa 10—12000 *M* sich bestreiten lassen; natürlich ohne Grunderwerbskosten; für jedes Hektar, das mehr zur Anzucht genommen wird, würden etwa 2000 *M* zu verwenden sein. An Kosten zur Unterhaltung der 1 ha großen Anlage würden jährlich 3500—4000 *M* aufzuwenden sein.

III. Der Zentralschulgarten.

Zur Anlage eines Zentralschulgartens kann nur ein Gelände in Frage kommen, auf dem der Garten auch dauernd bleiben kann; die Lage ist natürlich so zu wählen, daß der Garten für den größeren Teil der Schulen leicht erreichbar ist. Meist wird mit dem Zentral-

schulgarten der Anzuchtgarten verbunden werden, wodurch der Betrieb wesentlich einfacher und billiger wird. Ist es nicht möglich, in nächster Nähe der Stadt ein größeres Gelände zu erwerben, und muß der Anzuchtgarten weiter hinausgelegt werden, so sind beide Gärten doch demselben Leiter zu unterstellen, damit die Leistungen beider Anlagen sich in der richtigen Weise ergänzen können.

Der Zentralschulgarten soll Beobachtungen an den völlig frischen Objekten ermöglichen und als Ergänzung des Unterrichts in der Schule dienen. Da dabei vornehmlich biologisch-ökologische Beobachtungen in Frage kommen, so muß der Garten auf jeden Fall das hierzu nötige Pflanzenmaterial in passender Anordnung enthalten. Am schönsten liegt ein solche biologische Abteilung, über die an anderer Stelle (1) ausführliche Zusammenstellungen gegeben sind, in einem landschaftlich angelegten Garten, wo die Gruppen mit Stauden sowie ein- und zweijährigen Pflanzen an den Rand von Gebüschen oder in den Rasen gelegt werden, während Bäume und Sträucher (14, 15) zu Gruppen vereinigt oder einzeln in ästhetisch schöner Anordnung verteilt werden. Steht aber für den Zentralschulgarten nur ein kleines Gelände, etwa nur $^1/_2$ ha oder weniger zur Verfügung, so empfiehlt sich diese Anordnung nicht; in diesem Falle teilt man das Gelände durch gerade Wege streng regelmäßig auf und pflanzt dicht aneinanderschließende Gruppen. Man vermeide es, die Gruppen breiter als 4 m zu machen; bei dieser Breite müssen sie beiderseitig durch Wege zugängig sein.

Bei der **Bepflanzung der Beete** bringe man von jeder Pflanzenart nicht ein einziges, sondern mehrere Exemplare an. — Aus praktischen Gründen empfiehlt es sich nicht, die Pflanzen, etwa in dem Gedanken, das Vorkommen an ihrem natürlichen Standort veranschaulichen zu wollen, nach Lebensgemeinschaften zu gruppieren. Ganz nachdrücklich ist zu warnen vor dem Versuche, den Garten nach natürlichen Vegetationsgebieten (Heide, Moor, Wald, Wiese usw.) einzurichten. Für solche Anlagen sind die größten zurzeit bestehenden Zentralschulgärten noch viel zu klein.

Wo der Raum es gestattet, die Pflanzen außer nach biologisch-ökologischen Gesichtspunkten auch nach ihrer systematischen Zusammengehörigkeit zu gruppieren, da lege man das „System" in streng regelmäßiger Form an. Außer manchen andern Gründen sprechen die gründliche Ausnutzung des Geländes und die leichtere und billigere Bearbeitung desselben für diese Anordnung. Wenn die Gestalt des Geländes es zuläßt, so lege man das System in die Mitte des Gartens, die biologische Abteilung um dieses herum an der Umzäunung entlang. Nimmt man hierbei für das System ein Drittel der Fläche, teilt dieses durch zwei sich kreuzende Wege von 2—3 m Breite in vier Felder und führt um diese noch einen ringsum laufenden Weg von der gleichen Breite, so erhält man an diesen Wegen vorbei für die Beete des Systems reichlich Bodenfläche. Von dieser schneidet man den Hauptwegen parallellaufende Rabatten ab, die 1—$1^1/_2$, höchstens 2 m breit sind. An den hinteren Seiten dieser Rabatten wird zweckmäßig noch ein Weg von $^3/_4$—1 m gelegt.

Die **Bepflanzung dieser Felder des Systems** erfolgt nach den Familien des natürlichen Systems; für jede Art wähle man eine Breite von 1—2 m, so daß man also von jeder Pflanze ein Beetchen von 1, $1^1/_2$—2 qm Größe erhält, wodurch es möglich wird, von sehr vielen Pflanzen auf längere Zeit Beobachtungsmaterial zur Verfügung zu haben. Dasselbe erreicht man durch ungleiches Besäen und Bepflanzen der Beete.

Während in der Familie selbst sich ein Beet dicht an das andere reiht, bleibt zwischen den einzelnen Familien ein Zwischenraum von $^1/_2$—1 m, der hier und da zu einem Verbindungsweg zwischen Haupt- und Nebenweg ausgestaltet werden kann. Niedrige Sträucher finden ihren Platz auf den Feldern des Systems; Bäume und hohe Sträucher verweise man

in die Randpflanzung. Die Wasser- und Sumpfpflanzen aller Familien kommen zusammen in einen sonnig gelegenen Weiher oder in ein Bassin (6).

Für die in diese Abteilung gehörende Gruppe der Hochgebirgsflora (7, 8, 18) wähle man einen sonnigen Platz in freier Lage. Auf einem mit Felsstücken bedeckten kleinen Hügel, dessen Grundmasse aus Schutt besteht, lassen sich eine ganze Reihe biologisch interessanter Pflanzen anbringen (1). Eigentliche Felspartien errichte man nur dort, wo hinreichend Platz zur Verfügung steht, oder wo die natürlichen Bodenverhältnisse die Anlage begünstigen, und wo auch die Mittel zur dauernden Unterhaltung der Anlage nicht fehlen.

Billiger in der Herstellung und Unterhaltung und zur Anzucht von vielen Sukkulenten- und Alpenpflanzen sehr geeignet ist eine sog. Trockenmauer, die durch Aufeinanderschichten größerer Bruchsteine hergestellt wird. Die großen Zwischenräume und Fugen werden mit Erde angefüllt; nachdem sich diese genügend gesetzt hat, werden die Pflanzen eingepflanzt.

Es genügt, wenn aus den wichtigsten Familien die typischen Vertreter vorhanden sind; bei der Auswahl sind aber auch solche Pflanzen zu berücksichtigen, die als Arznei-, Gift- und Nutzpflanzen eine Rolle spielen. Vor allem sind zur Anpflanzung nur solche Arten zu wählen, denen die natürlichen Bodenverhältnisse und der Standort zusagen; denn es ist untunlich und würde die Bearbeitung der Felder erschweren, wenn man auf so kleinen Flächen von 1—2 qm für jede Pflanze eine besondere Erdmischung herstellen wollte. Nur wo ganze Familien dieselbe Erde, etwa Heide-, Moor-, Lauberde verlangen, füllt man die Beete mit solcher an. Familien, die vorwiegend Schattenpflanzen enthalten, finden ihren Platz auf der Südseite der von Ost nach West verlaufenden Wege, hinter einer Hecke höherer Sträucher. — Vorsicht ist anzuwenden bei der Anpflanzung von denjenigen Unkräutern, die sich z. B. durch fliegende Samen schnell verbreiten, und solcher, die sich vegetativ schnell ausbreiten; wenn solche eben entbehrlich sind, vermeide man ihre Anpflanzung. — Ein besonderer Abschluß des Systems gegen die Wege hin ist erwünscht, wenn auch nicht direkt erforderlich. Besonders schön ist eine Randbepflanzung mit den früher genannten rasenartig wachsenden Pflanzen oder eine etwa 20 cm breite Rasenkante.

Nicht unerwähnt lassen möchte ich, daß die ordnungsgemäße Unterhaltung des Pflanzensystems viel Arbeit verursacht. Die Einrichtung eines solchen wird nur dort angebracht sein, wo die nötigen Geldmittel zur Verfügung stehen.

Sollten durch die Aufteilung des Geländes größere zusammenhängende Bodenflächen entstehen, die zu den genannten Abteilungen nicht zu verwenden sind, so können diese passend zur Anzucht bestimmter Lieferpflanzen benutzt werden. Auch bilden diese Felder bei einer passenden Auswahl der dort angepflanzten Gewächse sehr schöne Beobachtungsstätten, wenn einer größeren Anzahl von Schülern auffallende biologische Erscheinungen gezeigt werden sollen.

Wer jemals an einem schönen sonnigen Sommertage mit den Schülern an einem großen Beete blühender und von Bienen stark beflogener Wiesensalbei gestanden und gesehen hat, mit welchem Interesse die Knaben das Spiel der Staubfäden beim Anflug der Insekten verfolgten, oder wer die Kinder an von Pfauenauge, Kohlweißling, Zitronenfalter gleichzeitig umflatterten Blüten eines Skabiosenfeldes unterrichten konnte, der wird den unschätzbaren Wert des Unterrichts im Garten nicht verkennen.

Andere Abteilungen als die beiden besprochenen wird man in einem Zentralschulgarten, der dem allgemeinen botanischen Unterricht dienen soll, wohl kaum anbringen. Wo aus irgendeinem Grunde besonderer Wert auf eine Zusammenstellung von Nutzpflanzen, etwa für Handelsschulen gelegt wird, gruppiert man die Beete in größeren Gärten nach Art der

biologischen Abteilung im landschaftlich angelegten Garten; bei beschränkteren Raumverhältnissen richtet man auch diese Abteilung streng regelmäßig ein.

Zur **Bezeichnung der Pflanzen** sind nur Schilder mit dauerhafter Schrift zu verwenden, in erster Linie Porzellanetiketten mit gut eingebrannter Schrift (19). Dieselben werden in einfacher Weise mit Heftklammern nicht zu fest auf einem Eisenstabe befestigt. Auch Zinketiketten, mit weißer Ölfarbe angestrichen und mit schwarzer Ölfarbe beschrieben, sind dauerhaft; auch halten Schilder aus weißem Linoleum in eine Zinkfassung eingelegt und mit schwarzer Ölfarbe beschrieben, über ein Jahrzehnt; Zelluloidetiketten sind fürs Freie wenig geeignet. Wenig dauerhaft sind auch Emaille- und Aluminiumschilder. Als Grundfarbe für die Schilder wähle man aus ästhetischen Gründen nicht Reinweiß, sondern Elfenbeinfarbig oder Grün.

Unentbehrlich ist eine Unterstandshalle, damit bei plötzlich eintretendem Regen die Schüler Unterkunft finden. In einfachster Form wird es eine mit Schlingpflanzen bewachsene Laube aus Holzgitter sein, deren Dach aber wasserdicht ist. Wo weitergehende Ansprüche an den Garten als Unterrichtsinstitut gestellt werden, ist ein allseitig geschlossener durch große Fenster erhellter Unterrichtssaal erforderlich, der aus Holz oder Fachwerk gebaut sein kann. Als innere Einrichtung enthält er Pulte, Tische, Tafeln und Garderobeständer. Auf Seitentischen vor den Fenstern finden hier Aquarien und Terrarien ihren Platz; auch eignen sich diese Stellen zur Anstellung von physiologischen Versuchen, zur Anzucht von Keimpflanzen, Lebermoosen, Prothallien, von Farnen und Selaginellen, zur Kultur der niederen Pilze und Algen u. dgl. — Eine Heizung ist für den Saal entbehrlich, da er nur im Sommer benutzt wird. In direkter Verbindung mit diesem Unterrichtsraume soll ein Zimmer stehen, in welchem die Tafeln, Bücher, Apparate und sonstige Lehrmittel aufbewahrt werden. Da ein solcher Garten nie ohne Aufsicht sein darf, also auch Schlafräume für Aufseher und Gärtner enthalten muß, können diese sowie die Samenkammer und sonstigen Räume an die vorgenannten angeschlossen werden. Die für den Betrieb des Zentralschulgartens erforderliche Gärtnerei mit den Nebengebäuden (Geräteschuppen, Arbeiterraum usw.) muß etwas umfangreicher und auch in der Ausstattung reichhaltiger sein als im Anzuchtgarten; vor allem darf auch eine genügende Anzahl von Mistbeetkästen nicht fehlen.

An die **Unterhaltung eines Zentralschulgartens** sind höhere Anforderungen zu stellen als an einen einfachen Anzuchtgarten; Felder und Wege sind möglichst frei von Unkraut zu halten. Die Anzucht der Pflanzen und Pflege der Gruppen erfordert stete Sorgfalt und Umsicht. Deshalb sind bei größeren Gärten mehrere gärtnerisch gut ausgebildete Kräfte unentbehrlich. Wo Zentralschulgarten und Anzuchtgarten zu einem Betriebe vereinigt sind, lassen sich die Arbeitskräfte besser ausnutzen als in einem Einzelbetriebe, und schon aus diesem Grunde ist eine Zusammenlegung der genannten Anstalten erstrebenswert; noch günstiger werden die Verhältnisse, wenn auch die Unterhaltung einzelner Schulgärten von den Zentralbetrieben aus erfolgt.

Die Leitung des Gartens. Bei Einstellung der gärtnerisch vorgebildeten Leute soll der Leiter des Gartens nicht nur eine genügende praktische Ausbildung in der Pflanzenzucht verlangen, sondern auch etwas Verständnis und Interesse für rein botanische Fragen. Nicht erforderlich ist eine sogenannte gartenkünstlerische Vorbildung.

Dem Gärtner ist das Arbeitspersonal und die Leitung der praktischen Arbeiten ganz zu unterstellen. Die Aufgabe des Leiters des Gartens besteht darin, die Bestimmung über die im Garten anzubringenden Gruppen zu treffen, die Pflanzen zu bestimmen, die jede dieser Gruppen enthalten soll, Um- und Abänderungen darin vornehmen zu lassen. Ein besonderes

Augenmerk hat er auf die richtige Etikettierung aller vorhandenen Pflanzen zu richten und überhaupt dafür zu sorgen, daß der Garten in wissenschaftlich einwandfreier Weise sich zeigt. Vor allem muß er aber darauf bedacht sein, die Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung und pädagogischen Erfahrung bei der Ausgestaltung des Gartens zu verwerten.

Die **Kosten der Anlage eines Zentralschulgartens** in Größe von 1 ha werden (Löhne und Materialpreise nach den Verhältnissen einer Großstadt berechnet) ungefähr 35000 Mk. betragen; darin sind enthalten die vollständige Fertigstellung der gärtnerischen Anlagen, Wasserleitung, Gärtnerei mit Mistbeetkästen, ein einfaches Holz- oder Fachwerkgebäude mit Zimmer für die Gehilfen, Samenkammer u. dgl., sowie die nötigen Betriebsmaterialien. An Unterhaltungskosten für diesen Garten werden jährlich 8—10000 Mk. aufzuwenden sein. Wird die Anlage als Zentralschulgarten mit Anzuchtgarten in Größe von 2 ha ausgeführt, so belaufen sich die Kosten auf etwa 50000 Mk., die Betriebskosten werden sich dann auf 16—18000 Mk. stellen.

IV. Der Einzelschulgarten.

Mehr als der Anzuchtgarten und der Zentralschulgarten ist der Einzelschulgarten ein fast unersetzbares Lehrmittel, vor allem im Schulbetriebe der Großstädte, und zwar deshalb, weil die Einrichtungen im Garten sich den Bedürfnissen und Anforderungen des Unterrichtes einer jeden Lehranstalt bis ins einzelnste anpassen lassen. Bei der Einrichtung des Gartens und der Feststellung der anzupflanzenden Gewächse ist vor allem darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Anforderungen der höheren und Volksschulen, der Knaben- und Mädchenschulen nicht die gleichen sind.

Da meistens das für den Anstaltsgarten zur Verfügung stehende Gelände nicht groß sein wird, schon weil die Unterhaltungskosten ein gewisses Maß nicht übersteigen dürfen, so muß bei der Einrichtung und Bewirtschaftung nach einem wohldurchdachten Plane gearbeitet werden.

Gärten von zu kleinem Umfange liefern wenig Anschauungsmaterial, der Unterricht hat wenig Nutzen von ihnen, und die Arbeit macht deshalb dem Lehrer wenig Freude. Wo für den Garten etwa nur 60—80 qm zu Verfügung gestellt werden, überlege man, ob durch die Anzucht von einigen Pflanzen einem wirklich dringenden Bedürfnis abgeholfen werden muß. Kann dieses verneint werden, und ist etwa auch die Lage des Geländes nicht sehr günstig, so verzichte man auf die Einrichtung eines kleinen Unterrichtsgärtchens und benutze den vorhandenen Platz zur Anzucht von Gewächsen, die zu physiologischen und biologischen Versuchen unbedingt zur Hand sein müssen. Praktische Einteilung eines Gartens vorausgesetzt, können auf einem Gelände von 250—300 qm, unter Abrechnung der für Wege, Anzuchtkästen, Erdmagazin usw. erforderlichen Fläche, 140—150 qm für die Pflanzungen benutzt werden.

Falls ausgedehnte Gehölzpflanzung zum Abschluß des Gartens gegen die Straße oder das Nachbargrundstück hin nicht erforderlich sind, lassen sich auf dieser Fläche 150—200 Arten von Stauben, ein- und zweijährigen Pflanzen in genügender Menge anziehen, wenn der Garten nur als „Unterrichtsgarten" benutzt werden soll. Zu diesem Zwecke ist auch bei richtiger Auswahl die Anpflanzung von 150—200 Arten ausreichend.

Wenn aber außerdem der Garten auch noch als Anzuchtgarten zur Lieferung des ganzen Pflanzenmaterials für den Unterricht dienen soll, wird man auf dieser Fläche, selbst bei intensiver Bewirtschaftung und vorsichtiger Benutzung der gezogenen Pflanzen, nur etwa 60 Arten kultivieren können.

Was die **Bodenverhältnisse im Einzelschulgarten** betrifft, so achte man darauf, daß der

Boden eher etwas zu leicht als zu schwer sein darf, und daß er vor allem einen hinreichenden Humusgehalt besitzt. Weiterhin ist hier bei der Anlage schon die Anwendung künstlicher Düngemittel angebracht, besonders, falls erforderlich, eine Kalkdüngung, auch ist es vorteilhaft, durch reichliche Mengen von Thomasschlackenmehl den Beeten mit ausdauernden Pflanzen eine auf Jahre hinaus reichende Düngung von Phosphorsäure zu geben. Da meist für die erste Anlage des Gartens die Gelder etwas reichlicher fließen als für die spätere Unterhaltung, so versäume man nicht, die genannten Kunstdüngergaben in die Rechnung für die Neuanlage einzusetzen.

Wasser muß jedenfalls im Garten selbst zur Verfügung stehen; wird hierzu Wasser aus der Leitung oder aus der Pumpe genommen, so ist an einem sonnigen Platze ein nicht zu kleiner Wasserbehälter anzubringen, der stets mit Wasser gefüllt gehalten wird, um immer genügend durchwärmtes und abgestandenes Gießwasser zur Verfügung zu haben. Bei großem Wasserbedarf an heißen Sommertagen kann man aber auch unbedenklich das Wasser direkt aus der Leitung kommend, benutzen. Kalkfreies Wasser beschaffe man sich durch Aufsammeln des Regenwassers von den Schulgebäuden.

Ein Einzelschulgarten kann **nicht nach einem festgelegten Normalplan** angelegt werden; denn er soll in jedem einzelnen Falle dem Bedürfnis des Unterrichtes Rechnung tragen und muß auch den klimatischen und Ortsverhältnissen angepaßt werden. Dem Lehrer wird auch ein weit größeres Interesse für seine Schöpfung entstehen, wenn er schon beim Entwerfen des Planes sich auch geistig selbständig schaffend betätigen kann.

Bei der Anlage der Einzelschulgärten sind noch mehr jene Fehler zu vermeiden, die vorhin beim Zentralschulgarten angedeutet wurden.

Wo der Garten an die Straße angrenzt, muß er durch Gebüsch einen Abschluß erhalten, um den Einblick von der Straße aus ganz zu verhindern. Hierzu sind, wenigstens direkt nach der Straße hin, nur Sträucher mit unauffälligen Blüten und Früchten zu wählen. An den Mauern, an dem Gitter nach dem Schulhofe und den Nachbargrundstücken hin, finden die ausdauernden Schlingpflanzen passenden Platz.

Die Anpflanzung von Bäumen und weitausladenden Sträuchern unterlasse man in kleinen Gärten ganz. Man verweise sie auf den Schulhof. Nur die Nadelhölzer kommen in den Garten. Zur Herstellung von Plätzen für Schattenpflanzen wähle man nur mäßig wachsende Sträucher.

Geht man an die **Einteilung**, so lasse man vor allem den Gedanken fallen, nach Lebensgemeinschaften gruppieren und Wald- und Wiesenformationen nachbilden und Felspartien anlegen zu wollen. Solche Anlagen erfordern auch für Unterhaltung Geldmittel, die für einen Einzelschulgarten nur in ganz wenigen Ausnahmefällen zur Verfügung gestellt werden. Am besten ist immer, das Gelände bei streng regelmäßiger Aufteilung auszunutzen, und man entscheide sich für eine solche jedenfalls bei Gärten unter 1000 qm Flächeninhalt.

Für größere Schulgärten können die vorhin beim Zentralschulgarten angegebenen Gesichtspunkte für die Einteilung und Anpflanzung als maßgebend betrachtet werden.

Eine Anordnung unter Berücksichtigung des Systems ist im kleinen Einzelschulgarten nicht angebracht. Bei dem beschränkten Raume würden manche wichtige Familien nur mangelhaft, weniger wichtige gar nicht vertreten sein können; für die Sumpf-, Wasser- und Schattenpflanzen müßte die systematische Ordnung doch durchbrochen werden, und ebenso durch den dringend notwendigen öftern Wechsel des Standortes der ein- und zweijährigen Pflanzen. Auch ist es bei einer systematischen Anordnung schwierig, für neue Pflanzen im System Platz zu schaffen. Demnach ist es am zweckdienlichsten, die Anpflanzung lediglich

unter Berücksichtigung der Ansprüche der einzelnen Gewächse an Boden, Licht und Feuchtigkeit vorzunehmen.

Bei der Einteilung des Gartens sind die Wege so zu legen, daß jedes Beet an einen Hauptweg angrenzt, so daß jede Pflanzenart von diesem aus gesehen werden kann. Wenn die Pflanzen nur zur Beobachtung im Garten selbst dienen sollen, so dürfen die Beete nicht zu tief sein, damit auch die vom Wege entfernt stehenden Exemplare deutlich gesehen werden können; 2 m Beettiefe dürfte da nicht überschritten werden. Wenn aber aus den Beeten eine größere Anzahl von Exemplaren für den Unterricht in der Klasse entnommen werden soll, so vergrößere man die Tiefe des Beetes, nicht die Breite. Als Breite der Beete genügt in den meisten Fällen 1 m.

Die **Wegefläche** muß etwas reichlich bemessen werden, weil sonst beim Unterricht größerer Klassen an den angrenzenden Beeten viel zertreten wird; man nehme lieber die Anzuchtfläche etwas kleiner und verzichte auf einige Pflanzen. Wege unter $1\frac{1}{2}$ m Breite sind nur als Seitenwege zu benutzen, die von einzelnen Personen begangen werden sollen. Eine Befestigung der Wegkanten ist anzuraten, und zwar um so mehr, je kleiner der Garten und je schmäler die Wege sind.

Zur Aussaat und ersten Anzucht von Pflanzen, die in der Jugend des Schutzes bedürfen, leistet ein Mistbeetkasten gute Dienste, der sich auch zur Aufstellung vieler interessanter Pflanzen im Sommer und zur Überwinterung mancher etwas gegen Kälte empfindlichen Gewächse benutzen läßt. Für diesen Kasten wähle man einen sonnig gelegenen Eckplatz. In seine Nähe kommt der Raum zur Ansammlung der Abfälle des Gartens. Für einen Mistbeetkasten von vier Fenstern und den Kompostplatz sind im ganzen immerhin 50 qm Fläche erforderlich.

Eine mit regendichtem Dache versehene **Laube** ist auch in einem kleinen Garten sehr zweckdienlich, schon um dem Lehrer, welchem der Garten unterstellt ist, in der Hitze oder bei Regen einen Aufenthaltsort zu bieten. Wo in einem größeren Garten, unbeschadet der sonstigen Einrichtungen, noch Platz für eine geräumige, luftige Laube oder **Unterrichtshalle** mit entsprechender Einrichtung vorhanden ist, wird der Unterricht davon Vorteil haben; auch die Anstellung physiologischer Versuche und die Vornahme biologischer Übungen werden durch eine solche Einrichtung wesentlich erleichtert.

Zum **Aufbewahren der Arbeitsgeräte** und Utensilien sowie **der nicht winterharten Knollen**, Zwiebeln usw. kann ein trockener, frostsicherer Raum im Kellergeschoß des Schulgebäudes verwendet werden; bei Ausführung eines Schulneubaues lasse man gleich einen direkten Eingang vom Schulgarten oder Schulhofe in diesen Keller anbringen. In einem größeren Garten ist eine Werkzeugbude außerdem erforderlich, um die stets benutzten Werkzeuge aufzuheben.

Der Schulgarten ist auch ein geeigneter Ort zur Aufstellung von Terrarien und Aquarien, die jedoch im Winter im Schulhause untergebracht werden müssen, sowie von meterologischen Apparaten, ferner zur Anbringung von Nistkästchen für Vögel.

Zur **Bezeichnung der Pflanzen** genügen für den Anfang größere Holzetiketten, erst wenn der Pflanzenbestand dauernd festgelegt ist, empfiehlt sich die Beschaffung von Daueretiketten.

Bei der **Auswahl der anzupflanzenden Gewächse** ist folgendes zu berücksichtigen: Bevor an die Bepflanzung herangetreten wird, ist festzulegen, ob der Garten nur zu Beobachtungszwecken dienen oder ob aus den einzelnen Beeten auch Material in größeren Mengen zum Unterricht in den Klassen entnommen werden soll. Da in letzterem Falle bei beschränkterem Raume die Anzahl der Arten sehr eingeschränkt werden muß, soll man bei kleinen Gärten doch auf die Entnahme von Pflanzen lieber verzichten.

Der Einzelschulgarten hat nicht den Zweck, die Schüler mit dem Namen und dem Bau aller Pflanzen, die irgendwie wichtig oder interessant sind, bekannt zu machen; daher genügt die Anpflanzung einer beschränkten Anzahl wichtiger Vertreter Um jedoch eine möglichst ausgiebige Benutzung des vorhandenen Pflanzenmaterials zu ermöglichen, ist gerade im Einzelschulgarten besonderer Wert auf die Anzucht solcher Arten zu legen, die gleichzeitig einerseits als charakteristische Vertreter der einzelnen Pflanzenfamilien dienen können, anderseits aber auch biologisch wichtige Beobachtungen ermöglichen, oder die als Nutz-, Heil- und Giftpflanzen Berücksichtigung verdienen (1). Wichtig ist es ferner, bei der ersten Anpflanzung nur solche Arten auszuwählen, deren freudiges Gedeihen unter den vorliegenden Verhältnissen gesichert erscheint. Erst wenn der Garten in Betrieb ist, zeigt es sich, ob auch die Kultur schwieriger, interessanter Pflanzen sich ermöglichen läßt.

Wenn das Material für den Unterricht in den Klassen aus einem besonderen Zentralanzuchtgarten geliefert wird, so nimmt man die Anpflanzungen im Schulgarten vornehmlich unter dem Gesichtspunkte vor, solche biologische Beobachtungen anstellen zu können, die an abgeschnittenen Exemplaren sich nicht machen lassen. Bei der Anzahl der anzupflanzenden Gewächse ist jedenfalls das eingeführte Lehrbuch zu berücksichtigen. Wenn möglich, unterlasse man die Anpflanzung solcher Arten, die sich durch Samen oder Ausläufer schnell ausbreiten; sind sie nicht durch andere zu ersetzen, so entferne man rechtzeitig die Fruchtstände und die Ausläufer. Da es unmöglich ist, eine für alle Verhältnisse passende Liste der in Frage kommenden Pflanzen aufzustellen, muß der Lehrer nach den an anderen Orten gegebenen Kulturanweisungen (1, 2, 5) beurteilen, welche Pflanzen er zur Anzucht für passend erachtet. — Über die Beschaffung der Pflanzen und Samen ist bei der Einrichtung der Schulgärten im allgemeinen das Erforderliche gesagt.

Wo die Raumverhältnisse es ermöglichen und den zur Unterhaltung bereitgestellten Mitteln keine zu engen Grenzen gezogen sind, kann man den bekanntesten Zierpflanzen einige Beete einräumen; hierbei sind solche zu bevorzugen, die auch anderweitig im Unterrichte (zum Zeichnen und Malen, zu physiologischen Versuchen usw.) Verwendung finden können. Bei Schulgärten an Mädchenschulen müssen auch die Bedürfnisse des hauswirtschaftlichen Unterrichtes durch Anzucht von Gemüsen, Küchenkräutern u. dgl. berücksichtigt werden.

Nur wo die örtlichen Verhältnisse es gestatten, und der Lehrer aus besonderem Interesse dem Garten genügend Zeit widmen kann, ist die Anzucht von Gewächsen, die in der Kultur Schwierigkeiten bereiten, angebracht. — Bei der Anlage eines Alpinums und zur Anzucht der sukkulenten Pflanzen ist in kleinen Gärten die Errichtung einer Trockenmauer passender als die Anlage einer winzigen Felspartie. — Weiterhin beachte man, daß die Kultur der meisten Heide- und Moorpflanzen in den Schulgärten der Großstädte selten den gewünschten Erfolg hat. — Am wenigsten Arbeit und Mühe verursacht die Anzucht der Wasser- und Sumpfpflanzen. Die Kulturbehälter für diese (Zement- oder Betonbassins oder halbierte Petrolfässer) müssen an einem sonnigen Platze aufgestellt und bei stärkerem Frost durch eine Laubdecke vor dem völligen Einfrieren geschützt werden. — Einzelne interessante Pflanzen, wie *Drosera, Dionaea, Pinguicula,* Farnprothallien, Keimpflanzen u. dgl. werden stets in Schalen oder Töpfen kultiviert und unter Glas gehalten. Die erstgenannten lassen sich aber nur dauernd erhalten, wenn zum Begießen Regenwasser zur Verfügung steht. — Zur Anzucht von *Cuscuta, Orobanche, Viscum* u. a. Schmarotzern und Halbschmarotzern ist die Aussaat auf die Nährpflanze als Experiment im Beisein der Schüler auszuführen (1). — Nicht zu vergessen ist endlich auch die Anpflanzung solcher Gewächse, die zu physiologischen Versuchen oder biologischen Übungen dienen können (1).

Die **Kosten** würden, günstige Bodenverhältnisse vorausgesetzt, für einen etwa 300 qm großen Schulgarten ungefähr 500—600 ℳ betragen: zur Fertigstellung der Anzuchtfläche einschließlich Bepflanzung und der Wege, der Wasserleitung, zur Beschaffung eines Mistbeetkastens von vier Fenstern, der Anschaffung der Arbeitsgeräte und Utensilien (Gießkannen, Töpfe, Schalen, Holzetiketten) und Porzellanetiketten. Angenommen sind bei dieser Berechnung die Tagelöhne und Materialpreise, wie sie in einer Großstadt üblich sind.

Die **Arbeiten zur Unterhaltung des Gartens** können nur in ganz kleinen Verhältnissen sämtlich von dem Lehrer ausgeführt werden. Schüler in größerer Anzahl zu beschäftigen, ist im allgemeinen nicht angebracht; bei den meisten läßt der Eifer für die Arbeiten sehr schnell nach. Auch sollen die Schüler ja nicht im praktischen Gartenbau unterrichtet werden; nur wenn ein Schüler sich ausnahmsweise ganz besonders für Pflanzen interessiert, lohnt es sich, ihn zum Hilfsarbeiter heranzubilden. Für die groben Arbeiten (Graben, Jäten, Gießen, Reinigen der Wege) muß unter allen Umständen eine bezahlte Kraft vorhanden sein. Wenn der Schuldiener etwas Kenntnis in gärtnerischen Arbeiten und Lust und Liebe für dieselben zeigt, ist dieser die geeignetste Person; auch schon deshalb, weil er bei einem etwaigen Wechsel in der Leitung des Gartens über alle Verhältnisse orientiert ist. Für seine Bemühungen gebe man ihm eine Remuneration; aus naheliegenden Gründen ist es nicht angebracht, ihm als Entgelt für seine Arbeit die Nutznießung des Gartens zu überlassen. Scheidet der Schuldiener für die Instandhaltung des Gartens aus, so ist ein im Tagelohn beschäftigter Arbeiter, der schon gärtnerisch tätig gewesen ist, dafür zu wählen. Wo man es vorzieht, gegen Zahlung einer Pauschalsumme einem der ortsansässigen Handelsgärtner die Unterhaltung zu übertragen, was vor allem dann auch in Frage käme, wenn der Fachlehrer in gärtnerischen Arbeiten ganz unerfahren wäre, ist sehr darauf zu achten, daß der Garten im Pflanzenbestande Unterrichtsgarten bleibt und nicht etwa langsam zu einem Ziergarten wird.

Für die Unterhaltung des Gartens muß unter allen Umständen eine bestimmte Summe in den Etat der Anstalt eingesetzt werden, damit der Lehrer genau weiß, wie weit er in den Ausgaben gehen darf. Hierbei sind auch für kleine Schulgärten folgende Ausgaben zu berücksichtigen: Remuneration des Lehrers, Tagelöhne für die Instandhaltung, Ausgaben für Arbeitsgeräte, Dünger, Sand oder Kies für die Wege, Töpfe, Samen, Etiketten.

Wenn in Großstädten viele einzelne Schulgärten bestehen, empfiehlt es sich, deren Unterhaltung von einer Zentralstelle (dem Zentralanzuchtgarten, Zentralschulgarten oder der Verwaltung der städtischen Anlagen) aus besorgen zu lassen. Dabei besteht allerdings die Gefahr, daß die Anpflanzungen allzu schematisch vorgenommen, und daß auf die besonderen Wünsche der einzelnen Lehranstalten nicht gebührend Rücksicht genommen wird. Unter solchen Verhältnissen muß einem Fachlehrer einer jeden Anstalt die Aufsicht über den Garten übertragen werden, mit der Berechtigung, in die Unterhaltung des Gartens entscheidend einzugreifen.

Bei der großen Verschiedenheit in den Tagelöhnen und Materialpreisen hat es keinen Zweck, eine Durchschnittszahl für die Kosten der Unterhaltung eines Schulgartens herauszurechnen.

Literaturverzeichnis.

1. Esser, Das Pflanzenmaterial für den botanischen Unterricht. I. Teil: Anzucht, Vermehrung und Kultur der Pflanzen. 2. Aufl. Köln 1908, J. P. Bachem.
2. Pfuhl, Der Pflanzengarten, seine Anlage und seine Verwertung. Leipzig 1910, Quelle & Meyer.
3. Gräber, Ideal-Schulgarten im XX. Jahrhundert. 1907.
4. Cronberger, Der Schulgarten des In- und Auslandes. 2. Aufl. Frankfurt a. M., A. Blazek jr.
5. Programmschriften. Unter den vielen Programmschriften der Schulen interessieren vor allen: Stelz und Grebe, Der Schulgarten der Bockenheimer Realschule. Pfuhl, Die Programme des

Kgl. Marien-Gymnasiums in Posen. 1889 und 1893. Bock, Der Straßburger Schulgarten. Jahresbericht der Oberrealschule zu Straßburg. 1910. Publikationen der k. k. Gartenbau-Gesellschaft in Steiermark zu Graz: Ein Schulgarten für größere Städte. 1889.

6. Mönkemeyer, Die Sumpf- und Wasserpflanzen. Ihre Beschreibung, Kultur und Verwendung. Berlin 1897, Gustav Schmidt.
7. Kolb, Die europäischen und überseeischen Alpenpflanzen. Stuttgart 1890, Eugen Ulmer.
8. Wocke, Die Alpenpflanzen in der Gartenkultur der Tieflānder. München.
   Dieck, Die Moor- und Alpenpflanzen. Halle a. S. 1900, Ehrhardt Karras.
9. Böttner, Gartenbuch für Anfänger. 7. Aufl. Frankfurt a. O., Trowitzsch & Sohn.
10. Benary, Erziehung der Pflanzen aus Samen. 2. Aufl. Berlin 1911, Paul Parey.
11. Wagner, Anwendung künstlicher Düngemittel. Berlin 1900, Paul Parey.
    Wagner, Die Ernährung gärtnerischer Kulturpflanzen. 5. Aufl. Berlin, Paul Parey.
12. Lebl, Die Champignonzucht. 5. Aufl. Berlin, Paul Parey.
13. Küster, Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. 2. Aufl. Leipzig 1912, B. G. Teubner.
14. Beißner, Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin, Paul Parey.
    Schelle, Die winterharten Nadelhölzer Mittel-Europas. Stuttgart 1909, E. Ulmer.
15. Dippel, Handbuch der Laubholzkunde. 3. Bd. Berlin 1893, Paul Parey.
    Hartwig, Illustriertes Gehölzbuch. 2. Aufl. Berlin, Paul Parey.
16. Romperit C, ein Sprengkultur-Verfahren der Dresdener Dynamitfabrik. Mittels eines handhabungssicheren Sprengstoffes, der bei tiefgründiger Bodenbearbeitung immer weitere Anwendung findet. Broschüren über die Anwendung versendet die genannte Fabrik.
17. Berieselungsgeräte. Unter den Berieselungsapparaten verdienen stets die am einfachsten konstruierten den Vorzug. An denselben, vor allem an den Strahlrohren, müssen Vorrichtungen (Wechsel der Einlagen oder der Brauseköpfe) zur groben und feinen Verteilung des Wassers angebracht sein. — Als Schläuche kommen nur solche von Gummi mit Einlagen zur Verwendung. Zum Anschrauben an den Hydranten und zum Aufsetzen des Strahlrohres werden jetzt fast ausschließlich die sehr einfachen und praktischen Kuppelungen mit Bajonettverschluß benutzt. Gummischläuche halten nur dann lange, wenn sie sorgfältig behandelt werden. Sehr schädlich ist es, sie im Sommer lange Zeit der Sonnenbestrahlung auszusetzen; über Winter müssen sie an einem frostsicheren Orte gelagert werden.
18. Pflanzen und Samen, die für die Anlage von Schulgärten in Frage kommen, führen u. a. Haage & Schmidt in Erfurt; Josef Klar, Berlin C, Linienstraße 80; August Hartmann, Kranichfeld bei Erfurt; Henkel, Großgärtnerei, Darmstadt (Wasserpflanzen); Sündermann, Lindau i. B. (Alpenpflanzen); Huber, Simbach am Inn (Alpenpflanzen); Georg Arends, Ronsdorf bei Barmen (Stauden); Goos & Könemann, Nieder-Walluf, Rheingau; Porzellanetiketten liefern Nikolaus Kißling, Vegesack bei Bremen, S. Franzen, Porzellanschildermalerei, Köln a. Rhein; Holzetiketten liefert J. M. Kranich, Mellenbach i. Thüringen.

Die optischen Instrumente der biologischen Technik.

Von Dr. Hugo Fischer, Berlin-Friedenau.

Die Optik des Mikroskops.

Optische Grundgesetze.

Das Mikroskop ist so recht eigentlich „die“ Waffe des Biologen, jahrzehntelang hat sogar in fast einseitig zu nennender Weise das mikroskopische Arbeiten alles andere beiseite gedrängt; dafür verdanken wir aber auch dem also bewaffneten Auge nicht nur einen tiefen Einblick in den inneren Bau und das Lebensgetriebe der Wesen, sondern auch die Kenntnis Tausender von winzigen Tier- und Pflanzenarten, deren Dasein wir sonst nur ungefähr ahnen könnten, wie griechische Weise die Existenz der Pestbazillen geahnt haben; mittels der Kenntnis der Kleinwesen haben wir nun aber erst wieder einen Einblick in das Naturganze tun können, in dessen geheimnisvollem Weben, „wo ein Tritt tausend Fäden regt“, gerade den Kleinsten der Kleinen eine so überaus wichtige Rolle zuerteilt ist.

Das Mikroskop ist ein „optisches“ Instrument; in die Gesetze der Optik, in das Verhalten des Lichtstrahls unter verschiedenen Bedingungen müssen wir uns ein wenig vertiefen, wenn wir das Mikroskop und seine Wirkung erfassen und begreifen wollen. Abgesehen von den Gesetzen der Spiegelung, die hier wenig interessieren, sind es vor allem die Lichtbrechung und Farbenzerstreuung, die Beugung und Interferenz, für nicht unwichtige Nebenapparate auch Doppelbrechung und Polarisation, die wir kennen und in ihrer Wirkung verfolgen müssen, um das Zustandekommen der mikroskopischen Bilder zu verstehen.

Die Lichtbrechung. Tritt ein (als gerade Linie gedachter) Lichtstrahl aus einem Medium in ein anderes (das nicht zufällig von gleicher Lichtbrechung ist) über, so wird er von der geradlinigen Bahn in eine andere Richtung abgelenkt, so zwar, daß der eintretende Strahl, der austretende Strahl und das „Einfallslot“ in einer Ebene liegen; letzteres Wort bezeichnet die Senkrechte, die man auf der beide Medien trennenden Fläche im Punkte des Eintritts errichtet. Nur wenn der Strahl senkrecht auf diese Fläche trifft, findet keine Ablenkung statt, er geht ungebrochen hindurch. Schneidet er diese Ebene unter irgendeinem Winkel, so wird er derart abgelenkt, daß er nachher mit dem Einfallslot einen kleineren Winkel als zuvor bildet, wenn das zweite Medium dichter ist als das erste, im entgegengesetzten Fall einen größeren; oder: beim Eintritt in das dichtere Medium wird der Strahl „auf das Einfallslot zu“ gebrochen. Je schräger der Lichteinfall, d. h. je größer der Winkel zwischen einfallendem Strahl und Einfallslot, um so größer die Ablenkung, d. h. die Differenz zwischen diesem Winkel und dem Brechungswinkel, dem Winkel zwischen gebrochenem Strahl und Einfallslot (Abb. 190).

Solche Brechung findet schon beim Eintritt aus dünnerer in dichtere Luft statt; hier interessiert uns vornehmlich das Verhältnis von Luft zu Wasser, zu Glas, zu gewissen später zu erwähnenden Flüssigkeiten von starkem Brechungsvermögen. Jede Flüssigkeit und jeder feste Körper hat seinen bestimmten Grad der Ablenkung für aus Luft (genau: aus luftleerem

Raum) einfallende Strahlen; wir messen die Stärke der Ablenkung am Sinus des Einfalls- und des Brechungswinkels, denn wir wissen, daß das Verhältnis der beiden Sinus eine für jedes Medium konstante Größe ist, wie groß oder klein auch der Einfallswinkel sein mag. Da nun aber (vgl. unten) die Strahlen verschiedener Wellenlänge (in einer Farbe) verschieden stark abgelenkt werden, so hat man als bestimmte Wellenlänge, für welche die Brechung gemessen wird, die *D*-Linie des Spektrums, das gelbe Natriumlicht, gewählt. So erhalten wir den „Brechungsexponenten" (-index, -koeffizienten), n_D = dem Quotienten aus dem Sinus des Einfallswinkels durch den Sinus des Brechungswinkels. Für Wasser ist n_D ziemlich genau $= 4 : 3 = 1{,}333$, für Glas ungefähr (vgl. unten) $= 3 : 2 = 1{,}5$.

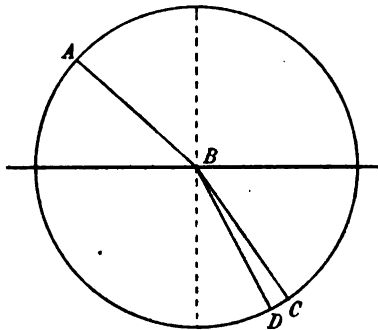


Abb. 190.
ABC Lichtbrechung in Wasser, *ABD* in Glas. Einfallslot punktiert.

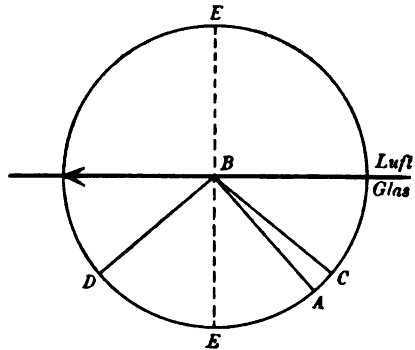
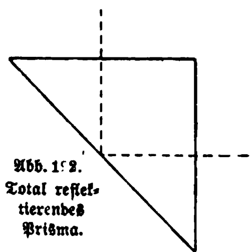


Abb. 191. Schema für totale Reflexion; der Strahl *AB* wird parallel der Fläche gebrochen, in Richtung des Pfeiles, *CB* wird nach *BD* reflektiert.

Selbstredend ist die Ablenkung entsprechend geringer, wenn der Lichtstrahl aus Wasser in Glas übertritt; dieselbe wird immer geringer und zuletzt = 0, wenn wir stärker lichtbrechende Flüssigkeiten mit Glas zusammenbringen; die Verwendung einer Flüssigkeit, Zedernholzöl, die mit Glas den möglichst gleichen Brechungsexponenten besitzt, ist von besonderer Wichtigkeit (vgl. unten).

Beim Übertritt in das dichtere Medium ist der Einfallswinkel immer größer als der Brechungswinkel; für Wasser entspricht dem Einfallswinkel von 90° ein Brechungswinkel von 48° 35′ 25″; fällt im Wasser ein Strahl unter solchem Winkel auf die Oberfläche, so tritt er parallel dieser (90° zum Einfallslot) aus. Was wird nun aber aus Strahlen, die unter noch größerem Winkel auffallen? — Solche treten aus dem Wasser (bzw. Glas usw.) überhaupt nicht mehr heraus, sondern werden total reflektiert; letzterer Ausdruck besagt, daß das Licht vollständig, so gut wie ungeschwächt (im Gegensatz zum Spiegel, der immer einen Teil verschluckt) zurückgeworfen wird (Abb. 191). Den Winkel, über welchen hinaus totale Reflexion stattfindet, nennt man den Grenzwinkel. Für Glas ist derselbe kleiner als 45°, und das ist von großer Wichtigkeit für solche optische Instrumente (auch die wertvollen Prismenferngläser), in welchen das „total reflektierende Prisma" Verwendung findet: in ein Prisma von rechtwinklig-gleichseitigem Querschnitt fällt Licht senkrecht auf eine Kathetenfläche, trifft ungebrochen unter 45° die Hypotenusenfläche, wird um 90° total reflektiert und tritt, abermals ungebrochen, aus der dritten Fläche wieder aus (Abb. 192).


Abb. 192. Total reflektierendes Prisma.

Die Farbenzerstreuung oder Dispersion. Je geringer die Wellenlänge eines Lichtstrahles, desto größer ist der Brechungswinkel; haben wir also in einem Lichtstrahl mehrerlei oder alle möglichen Wellenlängen bzw. Farben vereint, so wird durch die Brechung zugleich eine Zerstreuung der Farben bewirkt, es entsteht das bekannte „Spektrum", in welchem das Rot am wenigsten, das Violett am meisten abgelenkt ist. Diese Dispersion findet bei jeder Lichtbrechung statt, und so hat auch jede einfache Linse (vgl. unten) ihre Dispersion, und wie

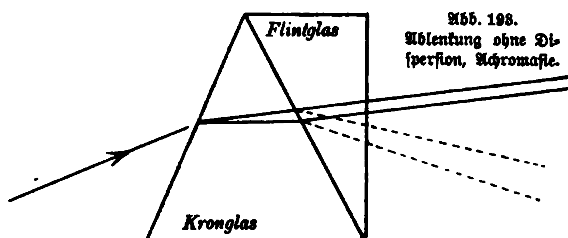


Abb. 193. Ablenkung ohne Dispersion, Achromasie.

beim Sehen durch ein Prisma, müßten wir auch bei Vergrößerungsglas und Mikroskop „farbige Ränder" erhalten. Wir können schon hier erläutern, worauf die „Achromasie" beruht, d. h. die Vermeidung dieser sehr störenden Farbensäume. Der Grad der Dispersion ist bei weitem nicht für alle Körper gleich; stellen wir also zwei Prismen zusammen, von denen das eine einen doppelt so großen Winkel, also doppelt so große Brechung hat wie das andere, welch letzteres aber aus doppelt stärker zerstreuendem Glase besteht, so heben die beiden Zerstreuungen sich auf, die Brechung des ersten wird aber nur zur Hälfte aufgehoben, das Prisma lenkt ab, aber ohne Farbenzerstreuung (Abb. 193). Umgekehrt kann man durch abwechselnde Prismen zweier verschieden zerstreuender Glassorten Farbenzerstreuung ohne Ablenkung erzeugen; hierauf beruhen die geradsichtigen Spektroskope.

Die Beugungs- und Interferenzerscheinungen beruhen darauf, daß auch Lichtwellen, wie Wellen auf dem Wasser oder wie die Schallwellen, nicht nur geradlinig sich fortpflanzen, sondern daß jeder Punkt der Wellenbewegung ein neues Wellenzentrum werden kann. Die „abgebeugten" Strahlen kommen jedoch nur ausnahmsweise und wegen starker Abschwächung nur wenig zur Geltung, so daß die Auffassung Raum gewinnen konnte, als pflanzten Lichtstrahlen sich überhaupt nur geradlinig fort. Nur beim Durchtritt durch sehr enge Öffnungen in einen übrigens dunklen Raum kann die Beugung direkt beobachtet werden. Sei AB (Abb. 194) das Bild eines Spaltes, durch welchen ein paralleles Strahlenbündel fällt, so werden nach beiden Seiten Bündel abgebeugt, unter verschiedensten Winkeln; je größer der Winkel, um so größer die Phasendifferenz in den Wellen der Bündel. Die Phasendifferenz entspricht der Strecke AC bzw. AD, die wir erhalten, wenn wir von B auf die betreffenden Schrägen die Senkrechten fällen. Wenn AC einer halben, AD einer ganzen Wellenlänge entspricht, so würde in dem ersten schrägen Büschel Wellenberg auf Wellental fallen, d. h. durch „Interferenz" sich die Strahlen aufheben; in dem zweiten schrägen Büschel fiele Berg auf Berg, die Wellen verstärken sich. Also: es entsteht seitwärts von dem mittleren hellen Bild des Spalts ein System von parallelen, abwechselnd dunklen und hellen, immer schwächer werdenden Streifen. So im einfarbigen Licht; im allfarbigen weißen Licht werden sich an jeder Stelle nur die Wellen einer bestimmten Länge, d. h. Farbe, aufheben, wir erhalten ein Spektrum, in dem umgekehrt wie beim Prisma das Violett am wenigsten, das Rot am meisten von der geraden Richtung abgelenkt ist. Solche Beugungsbilder kann man beobachten, wenn man durch ein feines Gewebe nach einem entfernten Lichtpunkt blickt.

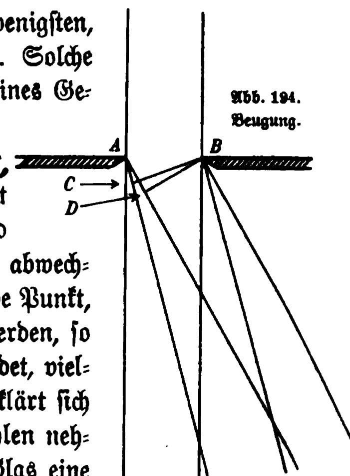


Abb. 194. Beugung.

Ein ganz ähnliches, nur verwickelteres Bild erhalten wir, wenn wir in Abb. 195 als Lichtquelle einen leuchtenden Punkt annehmen, von welchem durch eine zwischengestellte Linse ein Bild entworfen wird; es entsteht dann ein zentraler Lichtpunkt, von abwechselnd hellen und dunklen Kreisen umgeben. Sei L der leuchtende Punkt, dessen Strahlen größtenteils durch die Linse in P vereinigt werden, so ist zunächst zu betonen, daß in P selbst keine Interferenz stattfindet, vielmehr alle Strahlen mit gleicher Phase dort ankommen; das erklärt sich trotz des ungleichen Weges, den die Zentral- und die Randstrahlen nehmen, daraus, daß auf dem verschieden langen Wege durch das Glas eine

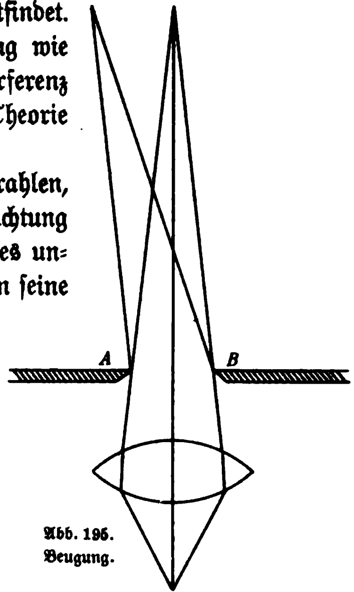


Abb. 195.
Beugung.

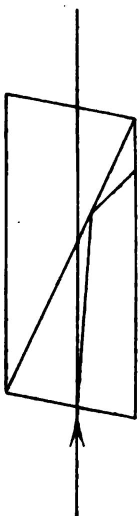
Verkürzung der Wellenlängen (durch das dichtere Medium) stattfindet. Der Spalt AB bedingt, daß an seinen Rändern eine Abbeugung wie beim parallelen Lichtbüschel (Abb. 194) stattfindet, so daß die Interferenz auch hier in Erscheinung tritt. Auf diese Dinge wird noch bei der Theorie der mikroskopischen Abbildung zurückzukommen sein.

Die **Polarisation** beruht auf der Eigenschaft der Lichtstrahlen, daß sie aus Schwingungen bestehen, die in jeder zur Strahlenrichtung senkrechten Richtung ausschlagen können; solcher Richtungen gibt es unendlich viele. „Polarisiert" aber nennen wir einen Lichtstrahl, wenn seine Schwingungen sich nur in einer einzigen Ebene vollziehen — „gegeneinander polarisiert" sind zwei Lichtstrahlen, wenn ihre Schwingungsrichtungen aufeinander senkrecht stehen.

Polarisiertes Licht kann man durch eine bestimmte Art der Spiegelung oder durch geeignete Verwendung einer „doppeltbrechenden" Substanz herstellen; für Untersuchungen im polarisierten Licht kommt für uns nur die letztere Art in Betracht.

Die Erscheinung der **Doppelbrechung** beruht darauf, daß in gewissen Körpern die innere Elastizität nach verschiedenen Richtungen des Raumes nicht die gleiche ist. Das ist der Fall bei allen Kristallen außer denen des regulären Systemes, sodann aber auch bei nicht kristallinischen Körpern, die beim Erstarren sich selbst in einer bestimmten Richtung zusammengezogen haben, oder aber durch Einwirkung äußerer Bedingungen unter einseitigem Druck oder Zug erhärtet sind, so daß innere Spannungsverhältnisse Unterschiede in der Elastizität und damit auch in der „optischen Elastizität" bedingen.

Sehr schön läßt sich das (vgl. übrigens unten) auch an Flüssigkeiten sehen, die zwar im Innern alle Druckunterschiede völlig ausgleichen, die aber in der Oberflächenspannung auch die Bedingungen für eine Doppelbrechung besitzen: wenn man in einer Flüssigkeit (in Wasser am besten, wenn es etwas Gummi aufgelöst enthält, sonst in Glyzerin, Xylol oder anderen) unter Deckglas Luftblasen, zumal recht nahe aneinander liegende, im Polarisationsmikroskop beobachtet, tritt die Erscheinung deutlich hervor.


Abb. 196.
Nicolsches Prisma.

Die uns hier allein interessierenden Polarisationserscheinungen kommen in der Weise zur Beobachtung, daß wir von zwei gegeneinander polarisierten Strahlen den einen ausschalten, den andern hindurchtreten lassen. Hierzu dienen „**Nicolsche Prismen**" oder kurz „Nicols". Ein solches Prisma besteht aus zwei symmetrischen keilförmigen Stücken aus Kalkspat („Isländischem Doppelspat"), die mit Kanadabalsam aneinander gekittet sind. Ihre Winkel sind so berechnet, daß der eine Strahl mit ganz geringer Ablenkung, doch in seiner ursprünglichen Richtung heraustritt, während der andere an der Balsamschicht total reflektiert und an der geschwärzten Seitenwand verschluckt wird (Abb. 196).

Wir begnügen uns hier oben mit diesen Bemerkungen; auf weiteres ist schon bei Besprechung des Polarisationsmikroskopes und seiner Anwendung eingegangen worden.

Die Bilderzeugung durch Linsen.

Die Linse.

Der Name „Linsen" ist bekanntlich von der Form des Samens der Linsenpflanze entnommen, der nach unserer Begriffsbestimmung eine „bikonvexe" Linse

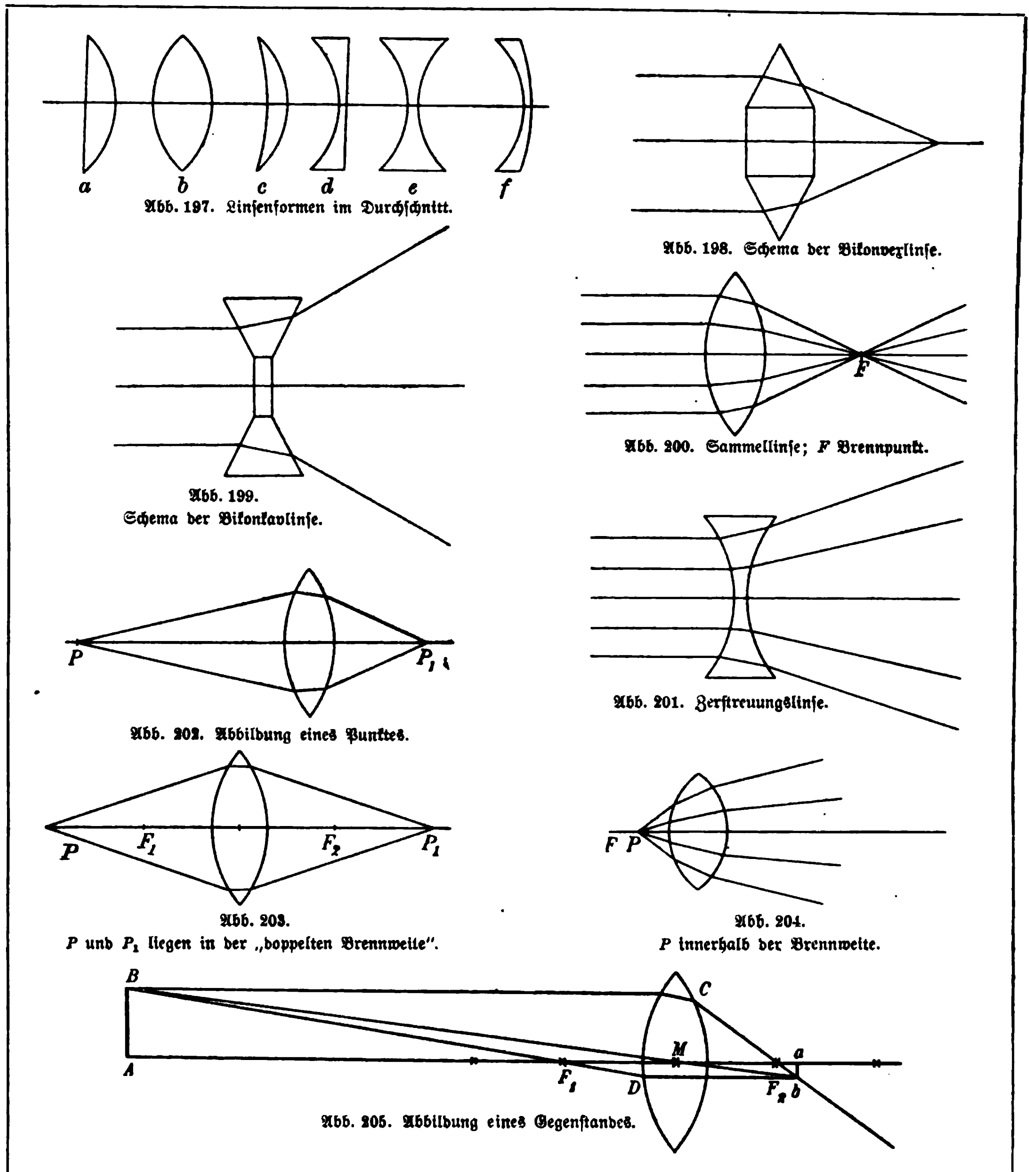


Abb. 197. Linsenformen im Durchschnitt.

Abb. 198. Schema der Bikonvexlinse.

Abb. 199. Schema der Bikonkavlinse.

Abb. 200. Sammellinse; *F* Brennpunkt.

Abb. 201. Zerstreuungslinse.

Abb. 202. Abbildung eines Punktes.

Abb. 203. *P* und P_1 liegen in der „doppelten Brennweite".

Abb. 204. *P* innerhalb der Brennweite.

Abb. 205. Abbildung eines Gegenstandes.

darstellt. Der optische Begriff der Linse bezeichnet verschiedenerlei Körper: solche die in der Mitte am dicksten sind, die „konvexen", und solche, die am Rande am dicksten sind, die „konkaven" Linsen (Abb. 197). Von jeder Klasse unterscheiden wir wieder drei Formen: die plankonvexen (*a*), bikonvexen (*b*) und konkavkonvexen (*c*), und die plankonkaven (*d*), bikonkaven (*e*) und konvexkonkaven (*f*). Die Art der Bilderzeugung ist im Grunde genommen von letzteren Formen unabhängig, es verhält sich jede konkave Linse und jede konvexe Linse in dieser Hinsicht gleich, wesentlich ist nur der Dickenunterschied zwischen Rand und Mitte; je größer dieser, desto stärker ist die Wölbung der Linse, auf die es zunächst vorwiegend ankommt.

Um die Linsenwirkung zu erklären, bedürfen wir des Brechungsgesetzes; theoretisch können wir uns das Profilbild einer Linse aufgelöst denken in ein ebenes Mittelstück und jederseits einige Prismen; der Einfachheit wegen begnügen wir uns mit einem jederseits (Abb. 198, 199).

Wir brauchen uns nur an Stelle der wenigen breiten unendlich viele schmale Prismen zu denken, um das Bild der von Kugelflächen begrenzten Konvex- und Konkavlinse zu erhalten (Abb. 200, 201). Der Mittelstrahl des parallel gedachten Strahlenbündels geht ungebrochen, geradlinig durch, die seitlichen Strahlen werden um so stärker (nb. an beiden Linsenflächen im gleichen Sinne) abgelenkt, je mehr sie dem Rande genähert sind. Ohne weiteres sehen wir, daß die Konvexlinse das parallele Licht vereinigt („Sammellinse"), während aus der Konkavlinse das zuvor parallele Bündel divergierend austritt („Zerstreuungslinse").

Abbildung eines Punktes durch eine Linse.

Für die Abbildung eines auf der Mittellinie befindlichen leuchtenden Punktes gilt nun folgendes:

Trifft das Licht aus unendlicher Ferne, also parallel, auf eine Sammellinse, so findet eine Strahlenvereinigung, also Abbildung des leuchtenden Punktes, in einem durch den Brechungsindex des Glases, den der umgebenden Materie (als welche wir vorläufig stets Luft annehmen) und den Krümmungsradius der Linsenflächen gegebenen Punkte, dem Brennpunkte oder „Fokus", statt. Die Entfernung des Brennpunktes vom Mittelpunkt der Linse heißt die „Brennweite". Solcher Brennpunkte hat selbstredend jede Linse zwei, je einen auf einer Seite.

Da die Brechung aus Luft in Glas genau umgekehrt verläuft wie aus Glas in Luft, so können wir auch den eben gewonnenen Satz umkehren: Licht, das aus dem Brennpunkt kommend auf die Linse trifft, tritt parallel aus (Prinzip der Blendlaterne).

Liegt der leuchtende Punkt zwischen Unendlichkeit und Brennpunkt, so findet auf der andern Seite der Linse ebenfalls zwischen Brennpunkt und Unendlichkeit die Vereinigung der Strahlen statt, und es ergibt sich schon aus den ersten beiden Sätzen, daß, je entfernter oder näher der leuchtende Punkt, um so näher oder entfernter sein Bild (Abb. 202). Es muß aber selbstredend auch eine bestimmte Entfernung des leuchtenden Punktes von der Linse geben, bei welcher das Bild desselben vom Linsenmittelpunkt genau ebenso weit entfernt ist als der Punkt selbst: es ist das dann der Fall, wenn diese Entfernung gleich der doppelten Brennweite ist. Dann stehen also Punkt und Bild genau symmetrisch zueinander (Abb. 203). Nun können wir uns weiter klar machen: Liegt der leuchtende Punkt zwischen Unendlichkeit und doppelter Brennweite, so liegt sein Bild zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite; liegt der leuchtende Punkt zwischen den beiden letztgenannten Punkten, so liegt sein Bild zwischen der doppelten Brennweite und der Unendlichkeit.

Rückt nun aber der leuchtende Punkt noch näher an die Linse heran, bis innerhalb der einfachen Brennweite, so kann (da ja schon die vom Brennpunkt ausgehenden Strahlen parallel sind) keine Strahlenvereinigung mehr stattfinden, das Licht tritt dann zerstreut oder divergierend aus (Abb. 204). Also: eine wirkliche Abbildung kann nur stattfinden, wenn der abzubildende Punkt von der Unendlichkeit bis eben noch außerhalb der einfachen Brennweite liegt.

Abbildung eines Gegenstandes.

Wir sprachen bisher nur von Punkten, die auf der Mittellinie der Linse, auf ihrer „optischen Achse", liegen. Da wir aber nicht mathematische Punkte, sondern Gegenstände im Mikroskop sehen wollen, so müssen wir nun auch betrachten, wohin außerhalb der Mittellinie gelegene Punkte sich abbilden. Für die Konstruktion solcher Bilder kommen uns drei Sätze zugut. Erstens, daß ein Strahl, der durch den Mittelpunkt der Linse geht, nicht wesentlich von seiner Bahn abgelenkt wird; zweitens, daß ein Strahl, der durch den diesseitigen Fokus geht, parallel der Mittellinie austritt; drittens, daß ein der Mittellinie paralleler Strahl durch den jenseitigen Brennpunkt geht. Sei AB (Abb. 205) ein abzubildender Gegenstand, die vier auf der

Mittellinie angegebenen Punkte die beiden einfachen und die doppelten Brennweiten, so wird das Bild von A naturgemäß auf der optischen Achse liegen, und zwar zwischen einfacher und doppelter Brennweite. Um das Bild von B zu finden, konstruieren wir: die Linie BMb, welche durch die Linsenmitte geht, den der Achse parallelen Strahl BCb, der durch den jenseitigen Brennpunkt geht, und den durch den diesseitigen Fokus bestimmten, parallel austretenden Strahl BDb. Alle zwischen A und B liegenden Punkte werden zwischen a und b abgebildet.

Wir erhalten also von dem Gegenstand AB ein Bild ab, das sich in zwei Punkten von AB unterscheidet: es ist kleiner als der Gegenstand und steht verkehrt.

Betrachten wir aber nun, was wir nach dem oben Gesagten ohne weiteres können, ab als den Gegenstand und AB als sein Bild, so steht auch hier das Bild verkehrt, aber es ist größer als der Gegenstand.

Also: befindet sich der Gegenstand zwischen Unendlichkeit und doppelter Brennweite, so entsteht ein reelles, verkehrtes, verkleinertes Bild zwischen der einfachen und der doppelten Brennweite; befindet sich der Gegenstand zwischen der doppelten und der einfachen Brennweite, so entsteht zwischen der doppelten Brennweite und der Unendlichkeit ein reelles, verkehrtes, vergrößertes Bild.

Auch hier bildet die doppelte Brennweite die Grenze: hat der Gegenstand gerade diese Entfernung von der Linse, so entsteht in der gleichen Entfernung jenseits der Linse ein reelles, verkehrtes, gleichgroßes Bild.

Je stärker nun die Wölbung der Linse, um so größer ist naturgemäß die Ablenkung; also, wenn wir wieder vom parallelen Lichtbündel (Abb. 200) ausgehen, um so näher liegt der Brennpunkt. Die stärkere Linse wird also auch von einem entfernten Gegenstand ein um so näheres, aber auch entsprechend verkleinertes Bild entwerfen. Umgekehrt aber wird die stärkere Linse von einem nahen Gegenstand (d. h. einem zwischen einfacher und doppelter Brennweite befindlichen) ein um so entfernteres, aber auch um so größeres Bild erzeugen.

Man kann sich die hier erläuterten Verhältnisse sehr einfach selbst vor Augen führen, wenn man eine jener aus zwei (oder drei) gleichstarken Gläsern bestehenden „Einschlaglupen" benutzt. Als abzubildender Gegenstand diene im sonst dunklen Zimmer eine Kerzenflamme, den auffangenden Schirm bilde ein Blatt weißes Papier, das wir über ein aufrecht gestelltes dickes Buch hängen. Wir benutzen zunächst nur eine Linse und stellen, indem wir die Kerze recht weit entfernen, ungefähr die Brennweite der Linse fest; wir erhalten ein sehr kleines Bild, auf dem Kopf stehend, wie alle diese reellen Bilder.

Nähern wir nun die Kerze dem Schirm auf das Vierfache der so ermittelten Brennweite und halten die Linse mitten hinein, so erhalten wir ein der Flamme ziemlich gleichgroßes Bild. Die vierfache Brennweite (jederseits der Linse die doppelte), das ist für jede Linse die geringste Entfernung von Objekt und Schirm, in welcher überhaupt noch ein reelles Bild entstehen kann. Nehmen wir nun die Entfernung vom Gegenstand zum Schirm größer, etwa doppelt so groß als vorher, und bewegen die Linse zwischen Gegenstand und Schirm, so erhalten wir zweimal ein Bild der Flamme: 1. ein vergrößertes, wenn die Linse näher der Kerze, 2. ein verkleinertes, wenn sie näher dem Schirm ist; es ist das der Fall, wenn sich 1. die Flamme zwischen einfacher und doppelter Brennweite, 2. zwischen letzterer und der Unendlichkeit befindet.

Nun behalten wir die zuletzt gewählte Entfernung von Kerzenflamme und Papierschirm

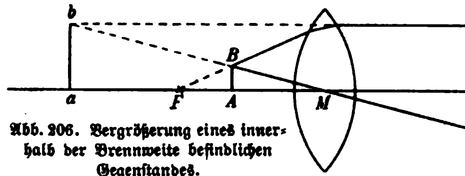


Abb. 206. Vergrößerung eines innerhalb der Brennweite befindlichen Gegenstandes.

bei, verstärken aber die Linsenwirkung, indem wir eine zweite Linse zur ersten hinzunehmen, wobei sich beide möglichst genau decken müssen. Es bedarf wohl keines besonderen Beweises, daß zwei gleichstarke Linsen zusammen dieselbe Wirkung haben wie eine doppelt so starke. Nun sehen wir, daß wir einerseits viel näher an die Flamme, andererseits viel näher an den Schirm herangehen müssen, um ein Bild zu erhalten; zugleich aber, daß das verkleinerte Bild stärker verkleinert, das vergrößerte Bild stärker vergrößert ist, als wenn wir nur eine Linse benutzten. Wenn wir jetzt wieder wie im Anfang die Kerze recht entfernt aufstellen, so können wir uns überdies noch vor Augen führen, daß wir mit Verdoppelung der Linse die Brennweite auf die Hälfte verkürzt haben.

So viel von den reellen, durch wirkliche Strahlenvereinigung erzeugten, auf einem Schirm auffangbaren Bildern (die, nebenbei gesagt, bei geeigneter Vorrichtung auch direkt nachgezeichnet oder photographiert werden können). Es interessieren uns aber auch noch unwirkliche, „virtuelle", nur gesehene Bilder, von denen all das soeben Gesagte nicht gilt.

Wir sahen oben (S. 345, Abb. 204), daß ein leuchtender Punkt, der näher als der Brennpunkt liegt, keine reelle Abbildung erfährt, weil sein Licht nicht vereinigt, sondern zerstreut wird. Setzen wir (Abb. 206) an Stelle des Punktes einen Gegenstand AB, so gilt das gleiche: Wir sehen, daß die von B ausgehenden Strahlen, der eine, der durch die Mitte der Linse ungebrochen hindurchgeht, und der andere, der die Richtung vom Brennpunkt her hat, also parallel zur Achse austritt, jenseits der Linse divergieren: sie haben aber eine scheinbare Vereinigung, wenn wir sie nach der Seite des Objektes verlängert denken. Der Treffpunkt dieser Verlängerung liegt bei b. Konstruieren wir das Bild ab, so sehen wir: es ist vergrößert und liegt im Gegensatz zu den vorher besprochenen reellen Bildern von der Linse aus auf derselben Seite wie der zu betrachtende Gegenstand und steht ferner nicht wie jene verkehrt, sondern aufrecht. Es ist das Prinzip des Vergrößerungsglases oder „einfachen Mikroskopes", dem wir jedoch auch im „zusammengesetzten Mikroskop" noch begegnen werden.

Ähnlich wie in dem hier besprochenen Fall liegen die Verhältnisse bei einer Konkavlinse, von der wir oben schon sahen, daß sie schon paralleles Licht zerstreut, noch mehr natürlich solches, das von einem nahen Punkte kommt, also an sich schon divergiert. Man kann ja nun auch nur in übertragenem Sinne von den Brennpunkten einer Konkavlinse sprechen: es sind das die Punkte, die man erhält, wenn man die zuvor parallelen, jetzt zerstreut austretenden Strahlen nach rückwärts bis zu ihrem Zusammentreffen verlängert. Konstruieren wir nach den oben dargelegten Grundsätzen von AB das Bild ab, so sehen wir, es steht aufrecht wie das Bild im „Vergrößerungsglas", ist aber verkleinert (Abb. 207).

Konkavlinsen oder „Verkleinerungsgläser" finden in der Mikroskopie nur eine sehr beschränkte Verwendung: in Kombination mit Konvexlinsen in achromatischen (vgl. Abb. 208 S. 348) Lupen oder Mikroskopobjektiven, ferner als Okulare bei bestimmten Präpariersystemen, die nach dem Grundgedanken des „Newtonschen Fernrohres" gebaut sind, das als Opernglas und Feldstecher allgemein bekannt ist.

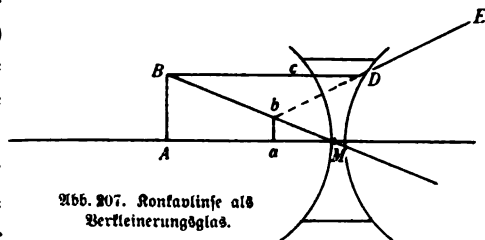


Abb. 207. Konkavlinse als Verkleinerungsglas.

Eine kleine Begriffsbestimmung können wir hier noch anschließen: unter „Objektraum" verstehen wir diejenige Seite der Linse, auf welcher

der Gegenstand sich befindet; „Bildraum“ ist die Seite der Linse, auf welcher die Abbildung erfolgt. Bei den zuerst erörterten reellen Bildern sind Objektraum und Bildraum entgegengesetzt, bei den virtuellen Bildern (Abb. 206 und 207) liegen beide auf derselben Seite, die Unterscheidung fällt also fort.

Natürliche Fehler des von einer Linse entworfenen Bildes.

Nach dem eben Gesagten kommen für die mikroskopische Abbildung so gut wie ausschließlich Konvexlinsen bzw. Kombinationen aus solchen in Frage, wir wollen uns also im folgenden auch wesentlich auf diese beschränken.

Die verhältnismäßig einfachen Bildkonstruktionen in den obigen Abbildungen sind nun in Wirklichkeit so einfach nicht; es ist vielmehr notwendig, einige Tatsachen zu beachten, durch welche die Dinge sich wesentlich verwickelter gestalten.

Die chromatische Aberration beruht darauf, daß ja bekanntlich Strahlen von verschiedener Wellenlänge (also verschiedener Farbe) ungleich stark abgelenkt werden, die kurzwelligen, blau-violetten, stärker als die langwelligen, rot-gelben. Der Fehler tritt um so stärker auf, je stärker erstens die Krümmung der Linse und zweitens je entfernter vom Linsenmittelpunkt die Strahlenbrechung stattfindet, d. h. je stärker die Ablenkung vom geradlinigen Verlauf. Der ungebrochen durchgehende Zentralstrahl wird natürlicherweise auch nicht chromatisch zerlegt, und ein zunächst der Mitte durchgehendes Strahlenbündel zeigt die Erscheinung nur in sehr geringem Maße. Man kann sie aber deutlich wahrnehmen, wenn man mit einer einfachen (nicht achromatischen) Lupe ein Bild mit starken Helligkeitsunterschieden, also etwa schwarz bedrucktes weißes Papier, betrachtet und dabei besonders die dem Rand genäherten Teile des Bildes ins Auge faßt; die Buchstaben zeigen dort rote bzw. blaue Ränder; auch manche Operngläser zeigen die farbigen Ränder sehr deutlich, nur eben nicht in der Mitte des Bildes.

Für die mikroskopische Betrachtung könnte man also die chromatische Aberration dadurch unschädlich machen, daß man den zu betrachtenden Punkt des Bildes in die optische Achse rückt. Das wäre aber schon manchmal recht umständlich, ganz unmöglich aber für Zwecke der Mikrophotographie, bei welcher man doch ein bis zum Rande gleich gutes Bild erhalten will. Das ist aber ausgeschlossen, weil unser Auge das gelbe Licht als hellstes empfindet, während auf die photographische Platte die violetten und ultravioletten Strahlen die wirksamsten sind. Da die Strahlen der kürzeren Wellenlängen stärker gebrochen werden als die der längeren, so liegen also die Brennpunkte der blauvioletten Strahlen der Linse näher als die der rotgelben; da erstere für unsere Augen bei weitem lichtschwächer sind, so wäre also eine genaue Einstellung nur auf Grund besonderer Berechnungen zu ermöglichen.

Da aber die roten und blauen Säume in jedem Fall in hohem Grade störend sind, so war man auf Abstellung dieses Fehlers bedacht. Wie man ein „achromatisches“ Bild, ein solches ohne Farbensäume erhält, wurde schon oben kurz angedeutet. Man benutzt zwei verschiedene Glassorten von verschiedenem Dispersionsgrad, aber fast gleicher durchschnittlicher Ablenkung, und vereinigt eine bikonvexe Linse des schwach zerstreuenden „Kron“-glases mit einer darauf passenden Plankonkavlinse aus stark zerstreuendem „Flint“-glas; es leuchtet ein, daß nun die letztere Linse die Farbenzerstreuung der ersteren aufhebt (Abb. 208).

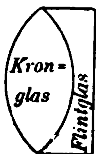


Abb. 208. Achromatische Linse.

Aber der Fall liegt doch wieder so einfach nicht. Es besteht nämlich kein gerades Verhältnis zwischen Wellenlänge und Zerstreuungsgrad, und eine jede in der soeben beschriebenen Weise hergestellte Linsenkombination bedingt tatsächlich

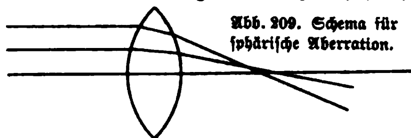
nur eine Vereinigung zweier ganz bestimmter Farben in einen Brennpunkt, alle anderen Wellenlängen haben ihre besonderen Brennpunkte. Diesen Fehler hatten somit alle älteren Linsensysteme, die meist nur für zwei Farben „korrigiert" waren, dafür aber für die anderen Farben Unvollkommenheiten in der Achromasie besaßen; man bezeichnet diesen Fehler als „sekundäre Farbenabweichung" oder „sekundäres Spektrum".

Die Achromasie ist aber auch nicht ohne weiteres für alle Zonen des Linsensystems die gleiche; es können die Randstrahlen chromatisch korrigiert sein, die mehr nach der Mitte zu gelegenen nicht, oder umgekehrt: „chromatische Differenz der sphärischen Aberration"; für den einen Teil der Strahlen ist die Linsenkombination dann „unter-" oder „überverbessert" — letzteres dann, wenn der Brennpunkt der roten Strahlen näher liegt als der der blauen. Man half sich dann wohl damit, daß man Systeme konstruierte, die für eine bestimmte Zone genau korrigiert, für eine innere Zone über-, für die Randstrahlen unterverbessert waren.

Auch das blieb ein Notbehelf, bis man durch die Verwendung der „Jenaer Glassorten" in die Lage kam, die Linsensysteme für drei verschiedene Farben zu korrigieren. Früher kannte man nur zwei Glassorten, die schon genannten Kron- und die (bleihaltigen) Flintgläser. Durch Schott in Jena wurden an Stelle der Kieselsäure Phosphorsäure und und Borsäure in die Glasbereitung eingeführt, auch eine Reihe bisher nicht benutzter chemischer Grundstoffe mit verwendet. Dadurch erhielt man eine große Reihe verschiedener Gläser von abgestuften Eigenschaften, mit denen nun Abbe, der geniale langjährige Leiter des Zeißwerkes in Jena, seine mustergültigen neuen Kombinationen geschaffen hat. Außer diesen Gläsern hat in neuerer Zeit noch ein natürliches Mineral, der Flußspat oder Fluorit, für optische Zwecke Verwendung gefunden. Entsprechend dieser vollkommeneren Korrektion für drei verschiedene Wellenlängen ist man nun in der Lage, wirklich so gut wie völlig farbenreine Bilder liefernde Linsensysteme zu erhalten: „Apochromate"; bei diesen ist das „sekundäre Spektrum" zum Verschwinden gebracht; eine absolute Farbenkorrektion ist eine technische Unmöglichkeit, doch ist das noch verbleibende „tertiäre Spektrum" so äußerst gering, daß es für alle praktischen Zwecke durchaus unschädlich ist.

Die sphärische Aberration ist ein fernerer Linsenfehler, der darin besteht, daß ein parallel einfallendes Strahlenbüschel nicht, wie oben vorausgesetzt, in einen Brennpunkt vereinigt wird; vielmehr werden von einer durch Kugelflächen begrenzten Linse (wie auch von einem Hohlspiegel mit Kugelfläche) die Randstrahlen und die mehr und mehr der Achse sich nähernden Büschel, die wir uns hier jedes in Form eines Zylindermantels zu denken haben, in verschiedenen Punkten vereinigt (Abb. 209), und zwar liegt für die Randstrahlen der Brennpunkt näher, für jedes mittlere Büschel etwas entfernter in bezug auf die Linse. Das gilt für Strahlen jeder Wellenlänge, ganz abgesehen von der vorher besprochenen chromatischen Aberration, also auch für monochromatisches Licht. Es leuchtet ein, daß eine genaue Abbildung unter solchen Umständen gar nicht möglich ist; denn sie verlangt Vereinigung der von einem Punkte ausgehenden Strahlen wieder in einem Punkt; während aus obiger Abbildung hervorgeht, daß man überall nur kleine Kreise, niemals einen Punkt erhält, wenn man das Bild auf einem Schirm auffangen will.

Die Fehler der sphärischen Aberration könnte man dadurch vermeiden, daß man den Linsen keine kugeligen, sondern etwa parabolische oder andere Krümmungsflächen gäbe; solche Linsen herzustellen, stößt aber auf allzugroße Schwierigkeiten. Es ist auf einfacherem Wege durch geeignete Zusammenstellung von Linsen gelungen, Systeme zu erhalten, welche die sphärische Aberration nicht mehr


Abb. 209. Schema für sphärische Aberration.

oder doch in verschwindend geringem Maße zeigen; man nennt solche Systeme „aplanatisch". Wir sahen in obiger Abbildung, daß der Brennpunkt der Randstrahlen der Linse näher liegt als der eines mehr zentralen Bündels; Systeme, bei denen umgekehrt die Randstrahlen schwächer gebrochen werden, heißen „überverbessert"; „unterverbessert" sind solche, bei welchen die sphärische Aberration nur teilweise beseitigt ist. Eine völlige Beseitigung des Fehlers ist übrigens auch hier wie bei der chromatischen Aberration nicht möglich, es genügt aber, die Abweichung praktisch unschädlich gemacht zu haben, wie das bei richtig berechneten und zusammengesetzten Systemen tatsächlich der Fall ist.

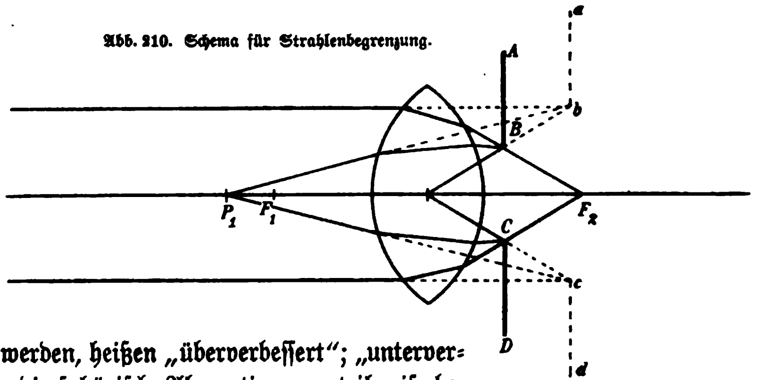


Abb. 210. Schema für Strahlenbegrenzung.

Bemerkt sei noch, daß sich die Mängel der sphärischen Aberration auch dadurch verringern lassen, daß man bei annähernd parallel einfallenden Strahlen die stärker gekrümmte Seite, bei stark divergierenden Strahlen (also bei nahen Objekten) die flachere Seite der Linse dem Strahlengang entgegenstellt. So sehen wir bei mikroskopischen Objektiven, namentlich bei stärkeren Systemen, stets eine ebene Linsenfläche dem Objekt zugekehrt.

Astigmatismus nennt man die Eigenschaft einer Linse, von einem seitwärts der optischen Achse gelegenen Punkt nicht nur keine punktförmige Abbildung, die ja nach obigem unmöglich ist, sondern ein Bild zu geben, das aus zwei kurzen, sich kreuzförmig schneidenden Linien besteht, selbst wenn das Strahlenbüschel eng begrenzt ist und nur einen Teil der Linse trifft. Auch diesen Fehler kann man durch entsprechende Linsenkombinationen im wesentlichen beseitigen. Dem Namen „Anastigmat" begegnet man bei photographischen Objektiven.

Strahlenbegrenzung.

Wir sehen, daß aus mancherlei Ursachen die am meisten dem Rand genäherten Strahlen die Genauigkeit der Abbildung am stärksten beeinträchtigen; darum wäre es sehr einfach, sie durch Abblendung unschädlich zu machen. Doch darf man damit wiederum nicht zu weit gehen, weil sonst das Bild zu lichtschwach wird. Man wird also denjenigen Grad der „Strahlenbegrenzung" sorgfältig auswählen, der doch noch möglichst breite Strahlenkegel ausnützt, zumal man ja jene Linsenfehler fast völlig zu beseitigen gelernt hat. Zur Begrenzung des Strahlenkegels dienen die „**Blenden**", geschwärzte Metallscheiben mit kreisförmigem Ausschnitt, dessen Mittelpunkt der optischen Achse der Linse bzw. des Systems entspricht.

Sei $ABCD$ (Abb. 210) der Durchschnitt einer solchen Blende, welche sich, wie meistens der Fall, innerhalb der einfachen Brennweite befindet (F_1 und F_2 sind die beiden Brennpunkte), so ist es nach Abb. 206 nicht schwer, das (virtuelle) Bild der Blendenöffnung, $a\,b\,c\,d$, zu konstruieren. Die Öffnung bc stellt nun nach **Abbe** die „**Eintrittspupille**" der Linse dar. Die Eintrittspupille ist das Bild der Blendenöffnung, welches die vor der Blendung befindliche Linse oder Linsen entwerfen. Für Lichtstrahlen, die etwa von P_1 kommen, ergibt sich, daß der nutzbare Strahlenkegel nicht durch die geradlinige Verbindung von P_1 mit B und C, sondern von P_1 mit b und c bestimmt wird.

Zuweilen finden wir auch innerhalb eines Linsensystems noch eine Blendung; dann

nennen wir das von der hinter der Blende befindlichen Linse entworfene Bild die „Austrittspupille“ des Systems; diese bestimmt die Breite des aus dem System austretenden Strahlenkegels.

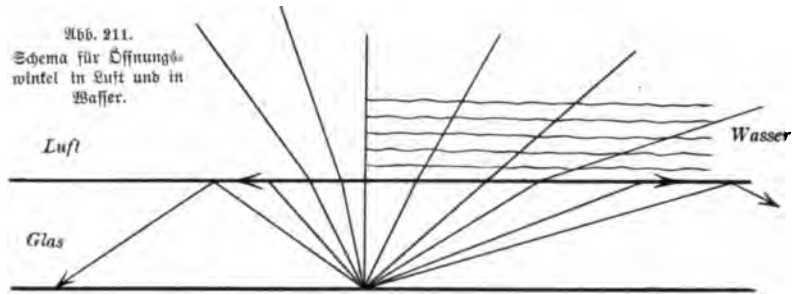


Abb. 211. Schema für Öffnungswinkel in Luft und in Wasser.

Öffnungswinkel und numerische Apertur.

Denken wir uns den Strahlengang, wie in allen letzten Abbildungen, längs durchschnitten, so daß also ein gleichseitiges Dreieck entsteht, das entweder den Objektpunkt oder den Bildpunkt zur Spitze hat, so ist der Winkel, welcher den Durchschnitt des vom Objektpunkt aus in die Linse eintretenden nutzbaren Strahlenkegels, der Winkel, unter welchem vom Objektpunkt aus zwei sich gegenüberliegende Punkte der Eintrittspupille erscheinen ($b\,P_1\,c$ in Abb. 210), wesentlich für die Leistungsfähigkeit der Linse bzw. des Systems. Wir nennen ihn den „Öffnungswinkel“; je größer er ist, desto größer ist die optische Leistungsfähigkeit des Systems; dies schon deswegen, weil es wünschenswert ist, eine möglichst große Lichtmenge in das System eintreten zu lassen, um ein recht helles Bild zu erhalten, denn im Mikroskop geht ziemlich viel Licht verloren, um so mehr, je stärker die Vergrößerung ist. Weiteres vgl. unten.

Zur Messung dieser wichtigen Eigenschaft dient nun nicht der Öffnungswinkel selbst, sondern der Sinus des halben Öffnungswinkes „$\sin u$“, den man nach Abbe als „numerische Apertur“ bezeichnet. Bei dieser Feststellung kommt aber noch das Medium in Frage, aus welchem die Lichtstrahlen in das System eintreten. Die Gleichung: a (num. Apert.) $= \sin u$ stimmt nämlich nur für Luft, deren Brechungsindex $= 1$ ist. Haben wir ein Medium mit dem Brechungsindex n, so lautet unsere Gleichung: $a = n \cdot \sin u$. Es hängt das mit der Ablenkung bzw. totalen Reflexion zusammen, welche schräg auffallende Strahlen erfahren, wenn sie aus einem Medium in ein anderes übertreten. Denken wir uns einen Strahlen aussendenden Punkt an der unteren Fläche einer dünnen Glasplatte (Deckgläschen, die wir allgemein beim mikroskopischen Arbeiten benutzen), so ergibt sich, je nachdem wir über dem Glase Luft oder Wasser haben, folgendes Bild: wir sehen, daß in die Luft ein viel schmälerer Strahlenkegel eintritt, weil schon weit näher an der Mittellinie totale Reflexion stattfindet (Abb. 211).

Es ergibt sich also für die Theorie des Mikroskopes die wichtige Tatsache, daß wir die Apertur und somit die Leistungsfähigkeit eines Systemes beträchtlich steigern können, wenn wir nicht Luft, sondern ein dem Glase möglichst gleich stark brechendes Medium zwischen Deckglas und Objektiv einschieben. Früher verwendete man Wasser, von welchem man, bis auf bestimmte Ausnahmefälle (z. B. für im Wasser schwimmende mikroskopische Tiere oder Pflanzen), abgekommen ist, und verwendet jetzt (Näheres vgl. S. 380) ein Öl, dessen Brechungsindex mit dem der untersten Linse („Frontlinse“) des Systems möglichst genau übereinstimmt; man nennt das „homogene Im-

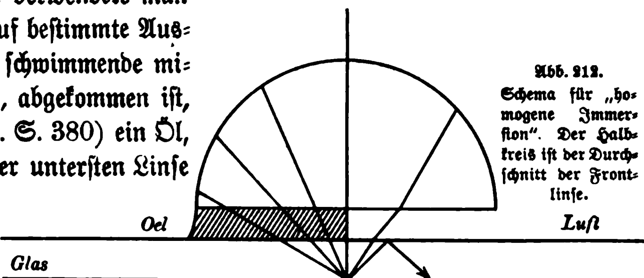


Abb. 212. Schema für „homogene Immersion“. Der Halbkreis ist der Durchschnitt der Frontlinse.

mersion". Die Einführung derselben war wohl der allerbedeutendste Fortschritt in der Geschichte der Mikroskopie. Aus der umstehenden Abb. 212 geht ohne weiteres hervor, daß ein „Immersionssystem" einen viel breiteren Lichtstrahl aufnimmt, weil der Strahl ungebrochen bis an die Kugelfläche der Frontlinse bringt, während der durch Luft eintretende äußerste Strahl einen viel spitzeren Winkel mit der optischen Achse bildet; alle stärker divergierenden gehen durch totale Reflexion verloren.

Noch stärker als Glas ablenkende Flüssigkeiten (z. B. Monobromnaphthalin) haben sich für den Gebrauch wenig bewährt; die eigens dafür konstruierten Objektive waren zwar von größter Leistungsfähigkeit, ihre Anwendung ist aber an die Bedingung geknüpft, daß auch das Objekt in einem gleich stark lichtbrechenden Medium sich befinden muß, wenn die optische Leistung wirklich erreicht werden soll; und diese Bedingung ließ sich nur in wenigen Fällen einhalten.

Das Auflösungsvermögen des Mikroskopes. Es ist auch wieder ein Verdienst von Abbe, gezeigt zu haben, daß sich das mikroskopische Sehen, insbesondere bei starker Vergrößerung, nicht einfach auf die Punktabbildung zurückführen läßt, wie wir sie oben dargelegt haben. Was wir im Mikroskop untersuchen, sind nur sehr selten undurchsichtige Körper, fast durchweg müssen wir bestrebt sein, durchsichtige Präparate zu erhalten. In diesen werden wir manchmal gewisse Objekte durch ihre natürliche oder durch eine ihnen künstlich beigebrachte Färbung (s. u. Färbetechnik S. 88, 95) unterscheiden. Vielfach aber kommt es darauf an, sehr feine Strukturen zu unterscheiden, die nur durch verschiedene Lichtbrechung sichtbar werden. Daß solche zum Sichtbarwerden erforderlich ist, davon überzeugt uns ein in Immersionsöl getauchter Glasstab: er ist unsichtbar wegen völlig gleicher Brechungsindizes von Öl und Glas.

Sehr feine Strukturen rufen nun an dem sie durchströmenden Licht Interferenzerscheinungen hervor (vgl. oben S. 342). Sie wirken ganz analog den für bestimmte optische Untersuchungen konstruierten, enorm feinen Gittern; die Zeichnung mancher Diatomeenschalen kommt in Feinheit und Regelmäßigkeit diesen Gittern nahe.

Fällt nun ein Strahlenbüschel durch ein solches Gitter, so findet an den Rändern der Gitterstäbe Abbeugung des Lichtes statt, und es kommen die oben beschriebenen Interferenzbilder zustande. Man kann solche sehr schön an dem als „Testobjekt" bekannten, oft den Mikroskopen beigegebenen *Pleurosigma angulatum* wahrnehmen, einer Diatomee mit feiner sechseckiger Schalenzeichnung. Stellt man auf eine solche Schale scharf ein, nimmt dann das Okular ab und blickt nun von oben in das Mikroskop hinein, so sieht man in der Mitte einen hellen Punkt, ein Bild der Lichtquelle bzw. der Kondensorblende (s. d.), umgeben von sechs Spektren, deren blaue Seite nach innen gewendet ist, die rote nach außen.

Solche Beugungsbilder entstehen nun um so näher am Zentralstrahl, je gröber, um so entfernter, je feiner das Gitter ist; in letzterem Fall geschieht die Abbeugung unter größerem Winkel. Für Gitter von gröberer und feinerer Struktur ergibt sich also folgendes schematische Bild (Abb. 213): das gröbere Gitter zur linken entwirft unter einem (beliebig angenommenen) Winkel zwei Beugungsbilder, während das feinere Gitter rechts unter dem gleichen Winkel erst das erste, das zweite Beugungsbild unter doppelt so großem Winkel entwirft.

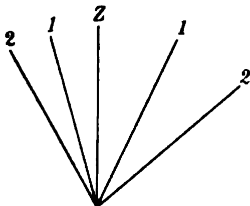


Abb. 213. Schema für Beugungsbilder, links gröbere, rechts feinere Struktur.

Nun konnte Abbe nachweisen, daß feine Strukturen nur dann sichtbar werden, wenn mindestens die ersten Beugungsbilder außer dem Zentralstrahl in das Mikroskopobjektiv eintreten. Fängt man die Beugungsbilder ab, so daß nur das zentrale Strahlenbündel zur Beobachtung gelangt, so ist jede feinere Struktur ausgelöscht. Ja, man kann so

eine höchst interessante optische Täuschung hervorrufen: beobachtet man im Mikroskop ein gröberes Gitter, mit enger aneinanderliegenden Beugungsbildern, und blendet von diesen die dem Zentralstrahl nächstliegenden Büschel ab, so daß erst die zweiten, unter doppelt größerem Winkel abgebeugten Büschel zur Wirkung kommen, dann sieht man diejenige Struktur, bei welcher diese zweiten Büschel die ersten sein würden, d. h. man sieht die Struktur verdoppelt!

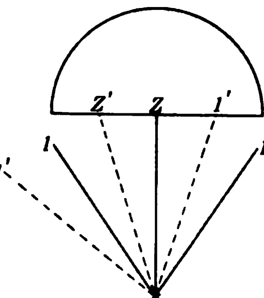


Abb. 214. Schema für schiefe Beleuchtung; oben die Frontlinse.

Aus dem Gesagten gehen nun einige für die „mikroskopische Abbildung" höchst wichtige Tatsachen hervor. Zunächst die, daß das ins Mikroskop eintretende Strahlenbüschel mindestens so groß sein muß, um die ersten Beugungsbilder mit aufzunehmen, mit anderen Worten: daß die Fähigkeit, feine Strukturen wahrnehmen zu lassen, sie „aufzulösen", vom Öffnungswinkel und der numerischen Apertur direkt abhängt, und daß für allerfeinste Strukturen auch die größtmögliche Apertur erforderlich ist.

Zweitens ergibt sich die unbedingte Überlegenheit der Systeme für „homogene Immersion", weil sie eine weit höhere Apertur ermöglichen und verwirklichen als die „Trockensysteme" (so bezeichnet man diejenigen Objektive, bei denen sich keine Immersionsflüssigkeit, sondern Luft zwischen Deckglas und Frontlinse befindet).

Drittens können wir aus der hier in Kürze wiedergegebenen Theorie die Wirkung der schiefen Beleuchtung ableiten. Es sei in Abb. 214 ein Punkt des Objektes gegeben, dessen Zentralstrahl Z in die Frontlinse eines Objektives eindringt, während die ersten Beugungsbilder 1 und 1 zu weit abgebeugt sind, um noch innerhalb des Öffnungswinkels zu fallen. Läßt man nun aber schiefe Beleuchtung (näheres vgl. unten) einwirken, so werden der Zentralstrahl und seine Beugungsbilder seitlich verschoben nach Z' bzw. 1′ und 1′, es wird nun eines der letzteren mit dem Zentralstrahl in das Objektiv aufgenommen, und jetzt ist dieses imstande, die Struktur des Objektes „aufzulösen". Wir haben also in der schiefen Beleuchtung ein Mittel, unter Umständen die Auflösungsfähigkeit (Definitionskraft) des Mikroskopes zu erhöhen.

Wirkung des Deckglases, Korrektion der Objektive. Wo bisher vom mikroskopischen Sehen die Rede war, wurde angenommen, daß die von einem abzubildenden Punkte ausgehenden Strahlen auch wirklich so ins Mikroskop eintreten, als ob sie geradlinig von diesem Punkte herkämen; das ist aber in Wirklichkeit nicht der Fall. Es wurde schon kurz angedeutet, daß wir unsere Präparate in der Regel mit einem Deckglas bedecken (ausgenommen ist orientierende Betrachtung bei schwacher Vergrößerung und Untersuchung sehr dünner Präparate mittels homogener Immersion; vgl. oben S. 111); das Deckglas stört aber den Strahlengang in ganz charakteristischer Weise, vorausgesetzt, daß sich zwischen Deckglas und Frontlinse Luft, jedenfalls aber kein Immersionsöl befindet. Die Strahlen, die von einem Punkt an der Unterseite des Deckglases ausgehen, werden bei ihrem Austritt in Luft so gebrochen, daß ihre rückwärtigen Verlängerungen sich nicht mehr in einem Punkt schneiden, sondern die Mittellinie in verschiedenen Höhen innerhalb des Deckgläschens treffen (s. Abb. 215). Der Fehler ist aber verschieden groß, je nach der Dicke des Deckglases. Eine korrekte Abbildung ist nur dann möglich, wenn bei der Konstruktion des Objektives auf diese Tatsachen Rücksicht genommen ist, indem man das Sy-

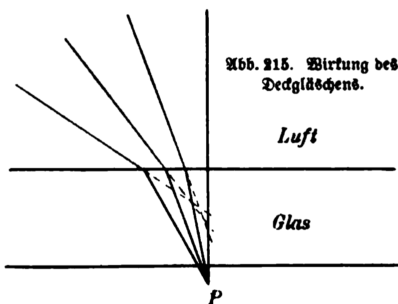


Abb. 215. Wirkung des Deckgläschens.

stem „unterkorrigiert" (vgl. S. 350). Für schwach vergrößernde ist diese Frage bedeutungslos, bei mittleren kommt der Fehler noch kaum in Betracht, bei starken Vergrößerungen kann derselbe aber sehr bedeutend sein und die Klarheit des Bildes wesentlich beeinflussen. Nun pflegen die optischen Werkstätten ihre Objektive auf eine bestimmte Deckglasdicke zu „korrigieren"; diese Dicke liegt gewöhnlich zwischen 0,15 und 0,20 mm, und es empfiehlt sich, nur solche Deckgläser zu benutzen. Muß man doch mit einem stärkeren Trockensystem und Deckgläschen von verschiedenen Dicken arbeiten, so muß man zu einem Objektiv „mit Korrektionsfassung" (s. unten S. 360) seine Zuflucht nehmen; man kann aber auch ohne das eine allerdings weniger vollkommene Korrektur erreichen, wenn man ein Mikroskop mit „Tubusauszug" (s. S. 358) besitzt — dann hat man bei zu dickem Deckglas den Tubus um einiges zu verkürzen, im anderen Fall ihn entsprechend zu verlängern. — Ganz in Wegfall kommt die Frage der Deckglaskorrektion bei den Systemen für homogene Immersion; hier wird bei stärkerem Deckglas die Ölschicht etwas dünner, oder umgekehrt, da aber das Öl den gleichen Brechungskoeffizienten hat wie das Glas, so gleichen sich die Unterschiede hier fast völlig aus.

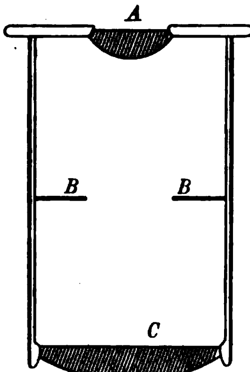


Abb. 216. Gewöhnliches Okular, *A* Augenlinse, *B* Blende, *C* Kollektivlinse.

Die Wirkungsweise des zusammengesetzten Mikroskopes. Im obigen haben wir die Wirkungsweise einzelner Linsen bzw. ganzer Systeme solcher, die aber analog einer einzelnen Linse funktionieren, betrachtet; wir müssen uns nun noch theoretisch über die Wirkung der im Mikroskop vereinigten Linsen unterrichten.

Das Wesen des zusammengesetzten Mikroskopes besteht darin, daß es nicht einfach wie ein Vergrößerungsglas wirkt, daß vielmehr durch das dem Objekt zugekehrte System, das „Objektiv", ein vergrößertes reelles Bild entworfen wird, das man durch eine Konvexlinse abermals vergrößert betrachtet. Nun hat man frühzeitig eingesehen, daß für letzteren Zweck eine einfache Linse nicht genügt, sondern daß dazu eine Vereinigung von zwei Linsen nötig ist, die man als „Okular" bezeichnet (Abb. 216). Und zwar nennt man die untere, dem Objektiv zugekehrte Linse die „Kollektivlinse", die obere die „Augenlinse", weil sie sich dem Auge des Beschauers zunächst befindet. Die Wirkung der Kollektivlinse besteht nun darin, daß diese das reelle, vom Objektiv zu entwerfende Bild vor der Strahlenvereinigung auffängt und die Strahlen früher zur Vereinigung bringt, also ein dem Objektiv mehr genähertes und etwas verkleinertes Bild, dabei aber unter Ebnung und Vergrößerung des Gesichtsfeldes, entwirft; die Augenlinse ist dann die Lupe, mittels welcher man dieses Bild betrachtet. Zwischen beiden Linsen des Okulares findet sich eine Blende zur scharfen Begrenzung des Gesichtsfeldes.

Das weitere über Strahlengang und Bildbegrenzung im zusammengesetzten Mikroskop ergibt sich aus der beistehenden Abb. 217.

Es versteht sich, daß das mikroskopische Bild „verkehrt" sein muß, d. h. rechts mit links, vorn mit hinten vertauscht; denn das vom Objektiv entworfene reelle Bild muß naturgemäß (vgl. S. 346) ein verkehrtes Bild sein, und weder die Kollektivlinse noch die Augenlinse bewirken eine abermalige Umkehrung.

Die Teile des Mikroskopes und seine Nebenapparate.

Unter Mikroskop schlechthin versteht man ganz allgemein das „Zusammengesetzte", und so wollen wir es auch hier fortan halten. Das „einfache Mikroskop" nennt man gewöhnlich „Präpariermikroskop", nach seiner Verwendung, oder „Simplex"; von ihm soll erst später die Rede sein.

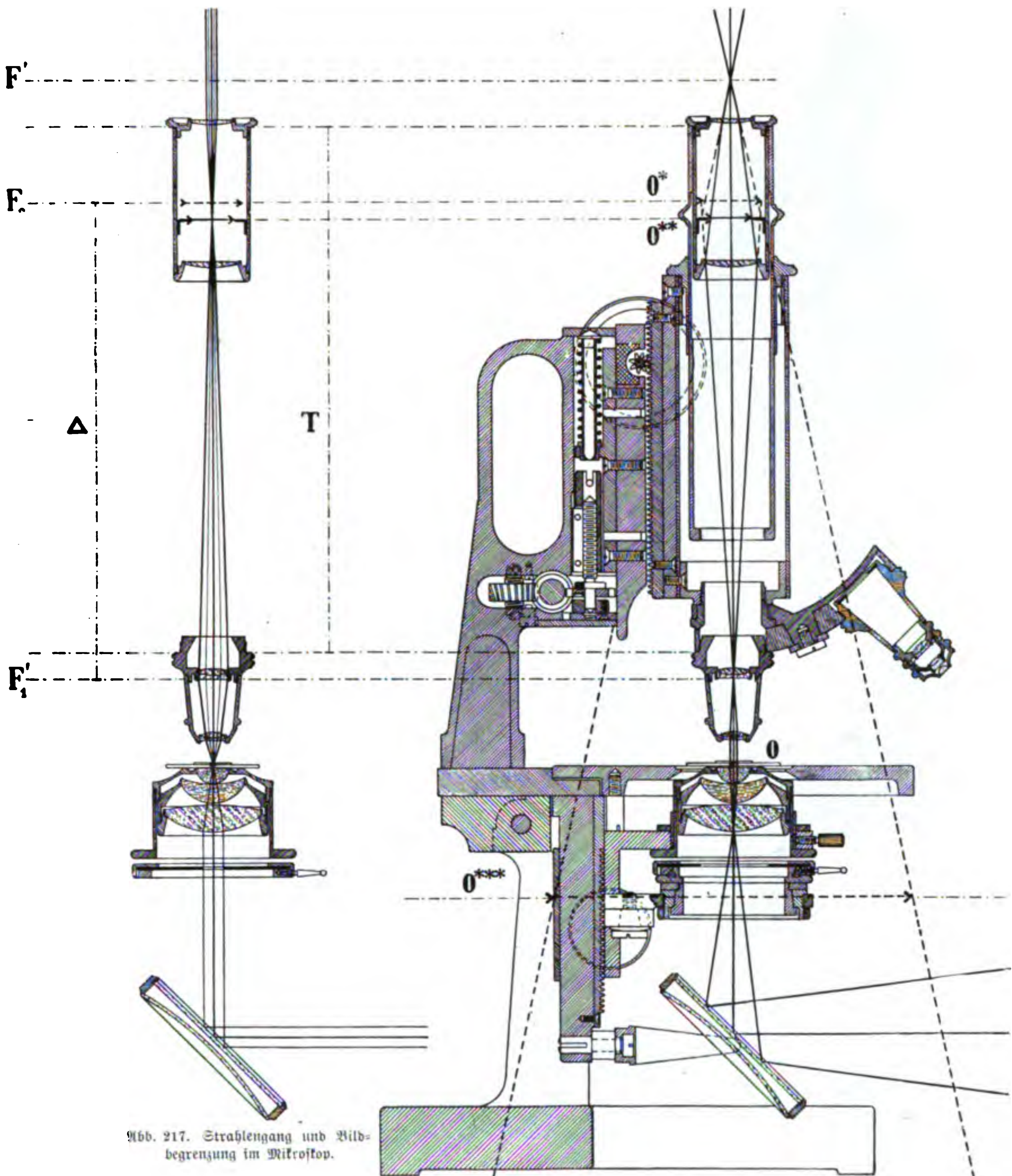


Abb. 217. Strahlengang und Bildbegrenzung im Mikroskop.

Das Mikroskop hat im Lauf der Jahre manche Entwicklung durchgemacht, der Grundplan seines Aufbaues ist aber doch, wenn wir von den allerersten Anfängen absehen, ziemlich derselbe geblieben. Das Hauptbestreben namentlich der deutschen Werkstätten war es, ihm eine Ausführung und Ausrüstung zu geben, die alle Verwendungsmöglichkeiten gestattet und doch dabei möglichst große Einfachheit des Aufbaues und Handlichkeit im Gebrauch bedingt.

Das Stativ.

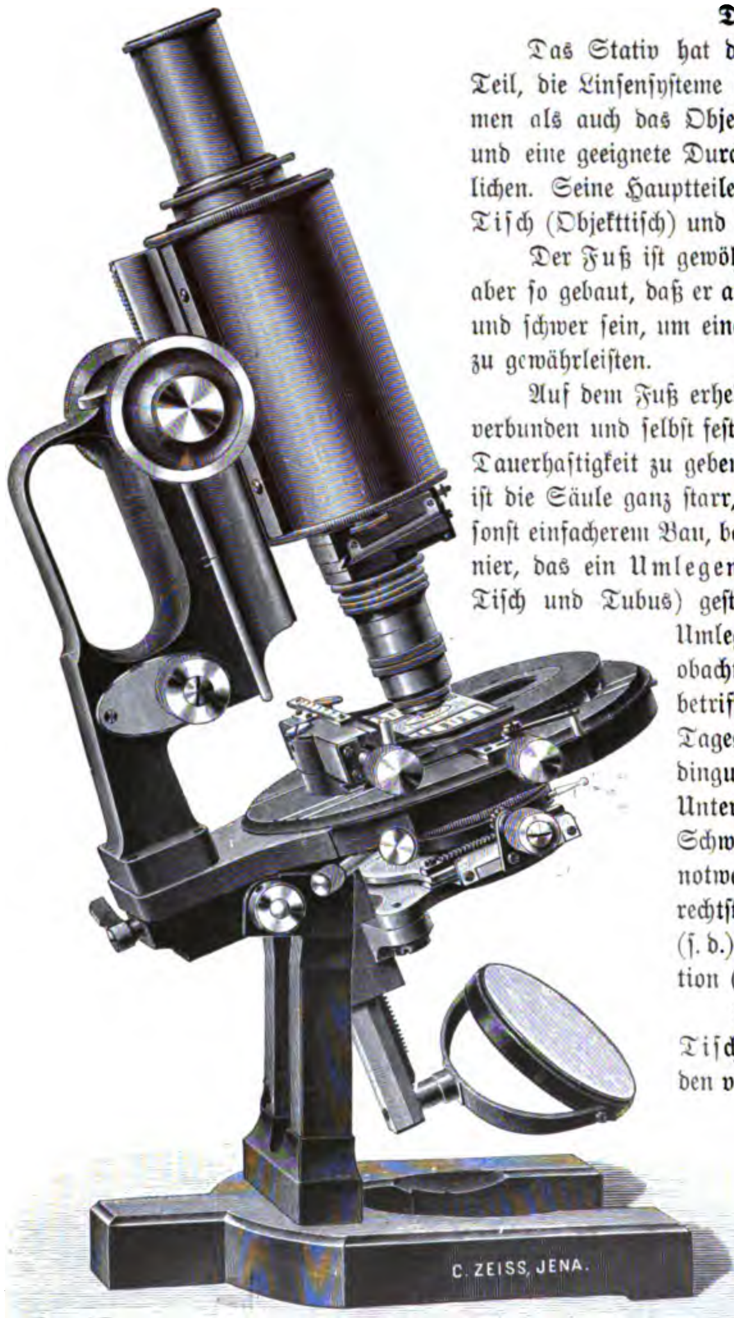


Abb. 218. Großes Mikroskop, umlegbar, mit beweglichem Objekttisch (der gegen den runden drehbaren vertauscht werden kann), Schlittenobjektivwechsler, großem Beleuchtungsapparat.

Das Stativ hat die Aufgabe, sowohl den optischen Teil, die Linsensysteme des Mikroskops, in sich aufzunehmen als auch das Objekt in geeigneter Lage festzuhalten und eine geeignete Durchleuchtung des Objekts zu ermöglichen. Seine Hauptteile sind: der **Fuß**, die **Säule**, der **Tisch** (Objekttisch) und der **Tubus**.

Der **Fuß** ist gewöhnlich von Hufeisenform, jedenfalls aber so gebaut, daß er auf drei Punkten ruht; er muß groß und schwer sein, um einen festen Stand des Instrumentes zu gewährleisten.

Auf dem Fuß erhebt sich die **Säule**, mit diesem fest verbunden und selbst fest genug, um dem Ganzen die nötige Dauerhaftigkeit zu geben. Nur an kleineren Instrumenten ist die Säule ganz starr, bessere Mikroskope, z. T. auch von sonst einfacherem Bau, besitzen etwa in Tischhöhe ein Scharnier, das ein **Umlegen** des ganzen Oberteiles (Spiegel, Tisch und Tubus) gestattet (Abb. 218 u. 219). Solches Umlegen gewährt ein bequemeres Beobachten, zumal was die Körperhaltung betrifft, und ist auch beim Arbeiten mit Tageslicht unter minder günstigen Bedingungen sehr wünschenswert, nur bei Untersuchung in flüssigen Medien mit Schwierigkeiten verbunden. Unbedingt notwendig ist das Umlegen bis zur Wagrechtstellung für das Photographieren (s. d.) und unter Umständen für Projektion (s. d.).

Die Säule wiederum trägt den **Tisch**; er muß vollkommen eben und, den vorzunehmenden Arbeiten angepaßt, groß genug sein, um auch größere Objekte, wie Kulturschalen, aufnehmen zu können, ohne Gefahr des Herunterkippens. Seine Entfernung vom Fuß darf nicht zu gering sein, um auch unter dem Tisch hantieren und gegebenenfalls diesen oder jenen besonderen Apparat darunter anbringen zu können; seine Form ist meistens rechteckig, aber auch wohl kreisrund.

Für manche Arbeiten, ganz besonders für Untersuchungen im polarisierten Licht, ist der **drehbare Objekttisch** notwendig; er ist kreisrund und besitzt zwei seitlich nach dem Beschauer gelegene Stellschrauben, die im Verein mit einer nach vorn verdeckt liegenden Feder

dazu dienen, den Tisch zu **zentrieren**, d. h. seinen Drehpunkt in die optische Achse des Mikroskops (s. S. 360) zu bringen; ist das nicht der Fall, dann verschwindet das Objekt aus dem Gesichtsfeld, sobald wir eine Drehung ausführen wollen. Beim gewöhnlichen Arbeiten sind die Stellschrauben sehr angenehm, um mit ihrer Hilfe eine bestimmte Stelle des Objekts in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen, rascher und genauer, als das mit der Hand gelingt. Ist der Rand mit einer Gradteilung versehen, so kann man auch Winkelmessungen ausführen.

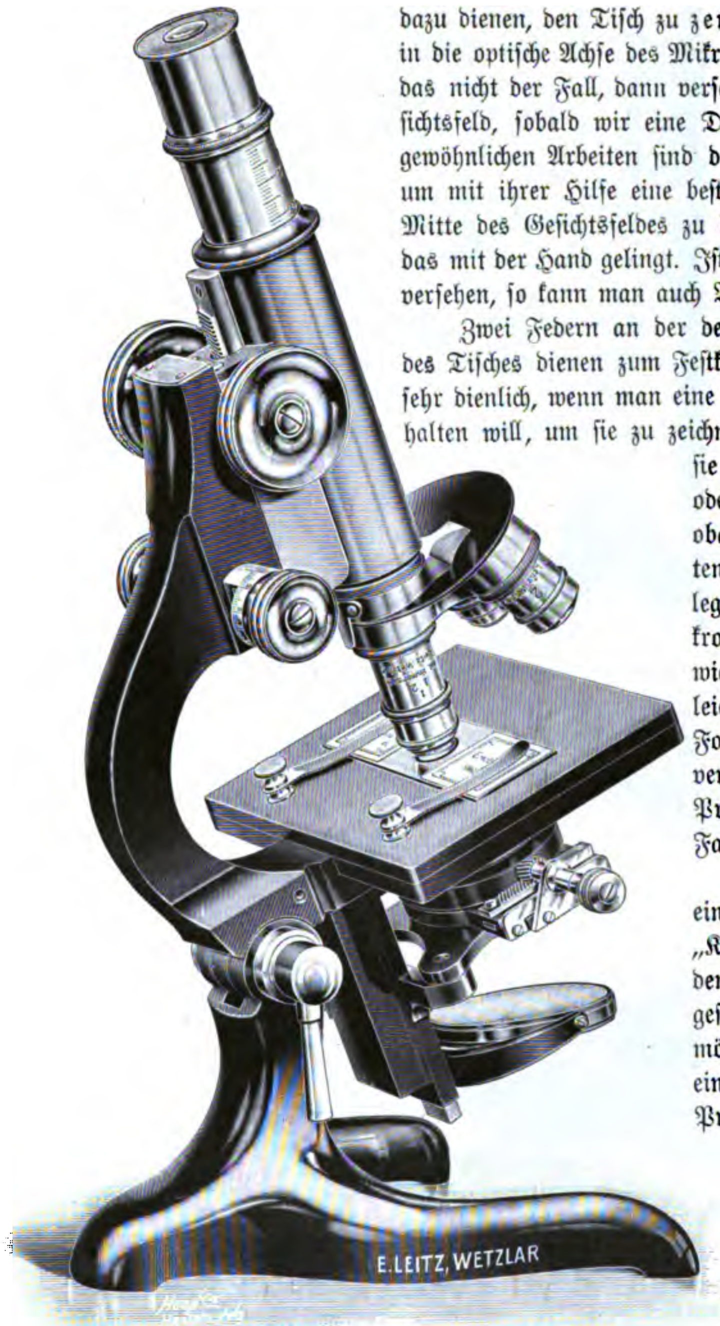


Abb. 219. Mittleres Mikroskop, umlegbar, mit festem viereckigem Tisch; großer Beleuchtungsapparat.

Zwei Federn an der dem Beschauer zugewendeten Seite des Tisches dienen zum Festklemmen des Präparates; sie sind sehr dienlich, wenn man eine bestimmte Stelle des Objekts festhalten will, um sie zu zeichnen oder zu photographieren, um sie anderen Beschauern vorzuführen oder um sie selbst für längere Beobachtung in Einstellung zu erhalten, oder beim Arbeiten am umgelegten Stativ. Der Arbeit am Mikroskop sind die Klammern aber auch wieder hinderlich, deswegen sind sie leicht abnehmbar — was wieder zur Folge hat, daß sie fabelhaft leicht verloren gehen, was an älteren Praktikantenmikroskopen fast stets der Fall ist.

Sehr angenehm ist gelegentlich ein **beweglicher Objekttisch** oder „Kreuztisch", wie solche in verschiedener Ausstattung und Preislage hergestellt werden (s. Abb. 221). Er ermöglicht feine Bewegung des (durch einen Klemmhebel festgehaltenen) Präparates innerhalb der Tischebene in zwei aufeinander senkrechten Richtungen. Der Apparat, der sich auf dem Tisch jedes mittleren oder größeren Statives (ev. unter Auswechseln gegen die Platte des drehbaren Tisches) nachträglich angebracht werden kann, besitzt zwei Schrauben, welche die Verschiebung von rechts nach links bzw. die von vorn nach hinten bewirken. Jede Bewegung kann an einer Millimeterteilung mit Nonius abgelesen werden. Der bewegliche Objekttisch dient vornehmlich zur genauen Durchmusterung des Präparates, die dann streifenweise vorgenommen wird, namentlich von Serienschnitten, und von Kulturschalen oder -platten von Mikroorganismen.

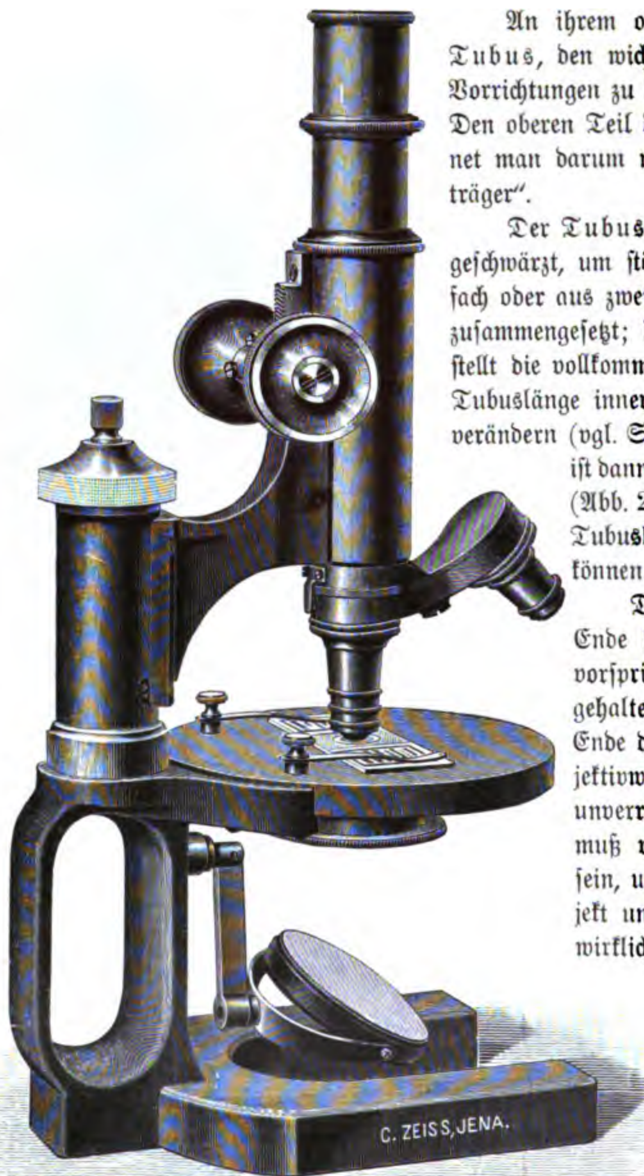


Abb. 220. Laboratoriumsstativ, nicht umlegbar, fester runder Tisch, Zahn und Trieb für grobe Einstellung, Mikrometerschraube.

An ihrem oberen Ende trägt die Säule den Tubus, den wichtigsten Teil des Stativs, mit den Vorrichtungen zu dessen Einstellung auf das Objekt. Den oberen Teil der Säule, vom Tisch an, bezeichnet man darum wohl auch besonders als „Tubusträger".

Der Tubus ist ein zylindrisches Rohr, innen geschwärzt, um störende Reflexe zu vermeiden, einfach oder aus zwei ineinander verschiebbaren Teilen zusammengesetzt; letztere Form, der „Auszugtubus" stellt die vollkommenere dar, weil sie ermöglicht, die Tubuslänge innerhalb gewisser Grenzen beliebig zu verändern (vgl. S. 354, 361 u. 366); in der Regel ist dann am Auszug eine Millimeterteilung (Abb. 219) angebracht, um die jeweilige Tubuslänge (vgl. S. 361) ablesen zu können.

Der Tubus trägt an seinem oberen Ende das hineingeschobene, durch einen vorspringenden Rand der Augenlinse festgehaltene Okular, an seinem unteren Ende das eingeschraubte Objektiv, ev. Objektivwechsler (s. d.). Der Tubus darf nicht unverrückbar an der Säule feststehen, er muß von oben nach unten verschiebbar sein, um die richtige Entfernung von Objekt und Objektiv, die „Einstellung", verwirklichen zu können. Es gibt drei Arten der Einstellung:

a) durch Verschiebung des Tubus mit der Hand in einer federnden Hülse — die primitivste Art der Einstellung (s. Abb. 222).

b) Die Verschiebung mittels „Zahn und Trieb" (s. Abb. 218, 219, 220) durch eine senkrechte Zahnstange am Tubus und eine horizontale Welle, die rechts und links vom Tubusträger in zwei große Schraubenköpfe endet.

c) Mittels „Mikrometerschraube" in einer von außen nicht sichtbaren Prismenführung. Diese Vorrichtung ist entweder ganz parallel dem Tubus angeordnet und endet nach oben in einem wagrecht stehenden Schraubenkopf (die Mikrometerschraube „unter dem Tisch" ist nur noch wenig gebräuchlich), oder sie wird ebenfalls durch eine horizontale Welle in Bewegung gesetzt, deren seitlich herausragende Triebknöpfe kleiner als die unter *b* genannten sind und etwas unterhalb derselben, doch immer noch höher als der Tisch, angebracht sind (vgl. Abb. 218, 219).

Nur ganz primitive, wissenschaftlich unbrauchbare Mikroskope haben nur die Einstellung mittels Schiebhülse; gewisse Stative, für Trichinenschau oder als Hilfsstative verwendbar, höchstens aber für mittlere Vergrößerungen geeignet, besitzen nur Zahn und Trieb; an anderen wieder wird die „grobe" Einstellung durch Schiebhülse, die „feine" mit der Mikrometerschraube bewirkt (Abb. 222). Alle mittleren und großen Stative besitzen jedoch Zahn und Trieb für die grobe, Mikrometerschraube für die feine Einstellung. Wieviel man schon mit Zahn und Trieb erreichen kann, hängt von der Feinheit der Konstruktion ab; an besseren Stativen sind die Zähne schräg gestellt, was ein subtileres Arbeiten ermöglicht.

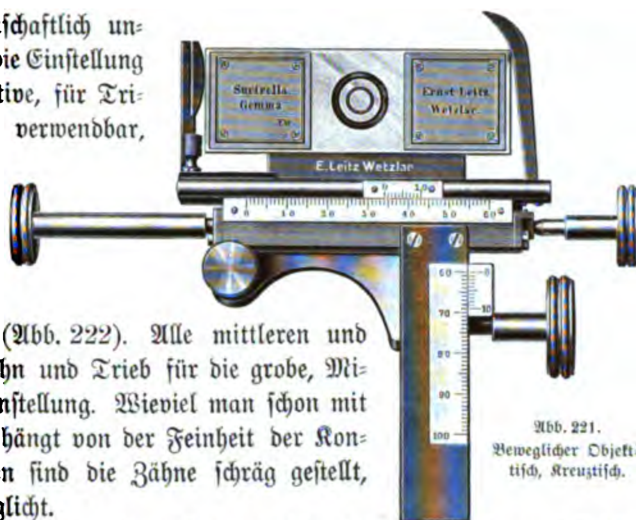


Abb. 221. Beweglicher Objekttisch, Kreuztisch.

Auf die Konstruktion der Mikrometerschraube im besonderen soll hier nicht näher eingegangen werden; das Nötige kann wohl aus den beigefügten Abbildungen, z. B. Abb. 217, ersehen werden.

Erwähnt seien noch die „Handmikroskope" (Abb. 223), welche, ohne Fuß, frei gegen das Tageslicht oder eine künstliche Lichtquelle gehalten werden. Das Präparat wird dabei auf dem viereckigen Tisch festgeklemmt; die grobe Einstellung erfolgt durch Schiebhülse, die feine durch Verschieben des Okulars oder mittels eines Stellringes über dem Objektiv. Pädagogisch ist es wohl nicht anzuraten, Demonstrationsobjekte dieser oder anderer Art während des Unterrichtes herumzureichen. Doch stellen die Handmikroskope eine wohlfeile und für viele Zwecke ausreichende Form des „Reisemikroskopes" (vgl. S. 374) dar.

Objektive und Okulare.

Wenn man bei einem Apparat, dessen Teile sozusagen ineinandergreifen, von einem als dem wichtigsten reden darf, so ist am Mikroskop unstreitig das wichtigste das Objektiv, weil von diesem vorwiegend die Leistungsfähigkeit des Instrumentes abhängt. Vor allem ist der Grad der Vergrößerung, obzwar auch durch Verwendung mehrerer Okulare veränderlich, vor allem eine Funktion des Objektives.

Das Objektiv besteht aus einer Messinghülse, welche die Linsen enthält. Die schwächer vergrößernden Systeme bestehen aus nur einem, sphärisch und chromatisch korrigierten Linsenpaar, die mittleren und stärkeren stellen eine Kombination aus mehreren Linsen dar, je nach der zu erzielenden Vergrößerung. Den Grad derselben erkennt man ungefähr schon



Abb. 222. Einfachstes Stativ, grobe Einstellung mit der Hand, feine mittels Mikrometerschraube.



Abb. 223. Handmikroskop.

äußerlich, am Durchmesser der untersten oder „Frontlinse"; je stärker die Vergrößerung, desto kleiner die Frontlinse, die übrigens (vgl. oben S. 350), nach außen (unten) meistens von einer ebenen Fläche begrenzt ist, stets bei den mittleren und starken Systemen. Je stärker die Vergrößerung, desto stärker ist die obere, von außen nicht sichtbare Krümmung der Frontlinse, bei stärksten Vergrößerungen ist sie halbkugelig oder noch darüber hinausgehend, und dann von einer konkav-konvexen, im Querschnitt halbmondförmigen Linse überdeckt. Bei neueren Systemen für starke Vergrößerung besteht die Frontlinse nicht aus Glas, sondern aus Flußspat, Fluorit; solche Objekte zeichnen sich, namentlich auch bei Dunkelfeldbeleuchtung, durch besondere Farbenreinheit aus. Immer aber ist die Frontlinse wegen der großen Schwierigkeit, dieses winzige Körperchen vollständig korrekt zu schleifen, das kostbarste Stück am ganzen Objektiv, und ist darum ganz besonderer Schonung zu empfehlen.

Die Vergrößerung ist umgekehrt proportional der Brennweite des Objektives; letztere ist insofern ein theoretischer Begriff, als sie von einem im Innern des Systemes liegenden Punkt zu messen ist; sie ist keineswegs identisch mit dem Abstand des Brennpunktes von der Vorderfläche der Frontlinse. Letztere Entfernung ist aber beim Gebrauch des Mikroskopes von Wichtigkeit, es war ein Ziel besonderer Bemühungen bei der Berechnung und Ausführung der Linsenkombinationen, den „Objektabstand" möglichst groß zu erhalten, trotz starker Vergrößerungen. Ein großer Objektabstand ist vielfach wünschenswert, etwa für Durchmusterung dickerer Objekte, z. B. von Schnitten, welche mehrere Zellschichten hoch sind bzw. sein sollen. Bei zu geringem Objektabstand kann man dann auf mittlere oder untere Lagen überhaupt nicht mehr einstellen.

Der hohe Preis der besseren Objektive ist außer durch das Schleifen der Linsen noch bedingt durch die Notwendigkeit einer genauen „Zentrierung"; das will besagen, daß alle Linsen so zueinander stehen müssen, daß ihre optischen Achsen in eine gerade Linie zusammenfallen, denn die kleinste Abweichung beeinträchtigt die Güte des mikroskopischen Bildes. Darum sollte niemand, der nicht mindestens drei Jahre lang regelmäßig mikroskopiert hat, die Fassung eines Objektives auseinanderschrauben, weil man damit viel verderben kann.

An manchen älteren Mikroskopen, zuweilen auch heute noch, findet man Objektive, die zum Auseinanderschrauben eingerichtet sind; sie bestehen aus drei Linsenpaaren, und man kann nur eines, oder zwei, oder alle drei zugleich benutzen, erhält also abgestufte Vergrößerungen. Für stärkere Vergrößerung ist aber ein solches Prinzip schon darum ungeeignet, weil, wie wir sahen, ein starkes Objektiv ein kompliziertes System darstellt, dessen Teile nicht einzeln benützbar sind. Bei öfterem Gebrauch leiden aber auch die Schraubengänge, damit die Zentrierung und folglich die optische Leistungsfähigkeit. Heute hat man ähnliches wohl noch an Präpariermikroskopen (s. S. 371).



Abb. 224. Starkes Objektiv mit Korrektionsfassung.

Wir sahen (S. 353), daß „Trockensysteme" und „Immersionssysteme" zu unterscheiden sind; äußerlich ist zwischen den beiden Klassen kein Unterschied, wenn nicht absichtlich die Fassung so gewählt ist, daß man sie an dieser erkennt. Trockensysteme von starker Vergrößerung wählt man praktisch mit „Korrektionsfassung", um (vgl. oben) Deckgläser und auch Objekte von verschiedener Dicke gebrauchen bzw. durchmustern zu können. Diese Fassung ist so eingerichtet, daß durch Drehung eines vortretenden Ringes mittels eines sehr sauber gearbeiteten Schraubenganges innere Linsen des Systems, selbstredend unter strenger Wahrung der Zentrierung, herauf- oder heruntergerückt werden, ohne die Frontlinse zu verschieben; an einer Teilung kann man ablesen, für welche Deckglasdicke das Objektiv im Augenblick am

besten korrigiert ist (s. Abb. 224). Solche Korrektionsfassung ist auch bei den (jetzt allerdings selten mehr verwendeten) starken Systemen für Wasserimmersion notwendig, nicht aber an den Objektiven für homogene Immersion (vgl. oben S. 354).

Die Bezeichnung der Objektive geschah früher und geschieht auch heute noch für die Achromate mit Buchstaben: *A*, *B*, *C* usf. oder mit einfachen Ziffern; die Brennweiten dieser Objektive waren ziemlich willkürlich gewählt; die Apochromate werden nach Abbes Vorgang mit ihrer Brennweite in Millimetern bezeichnet, dazu ist auch die numerische Apertur angegeben. Aus der Brennweite ergibt sich ohne weiteres die Eigenvergrößerung des Objektives, bezogen auf die normale Sehweite von 250 mm; hat ein System die Brennweite von 4 mm, so ist seine Eigenvergrößerung $= 250 : 4 = 62\frac{1}{2}$fach. Darum ist die neuere Bezeichnung praktisch vorzuziehen, weil aus ihr ohne weiteres die Vergrößerung und aus der numerischen Apertur auch die Auflösungsfähigkeit abgeleitet werden kann.

In den Preislisten der optischen Werkstätten findet man öfters ein und dasselbe Objektiv, von (nahezu) gleicher Brennweite und Vergrößerung, in doppelter Ausführung; dann hat die eine (entsprechend teurere) Nummer gewöhnlich eine höhere Apertur als die andere, ist also lichtstärker und leistungsfähiger in Auflösung feiner Strukturen (vgl. oben S. 353); zuweilen kommt auch eine Fluoritlinse und damit größere Farbenreinheit hinzu.

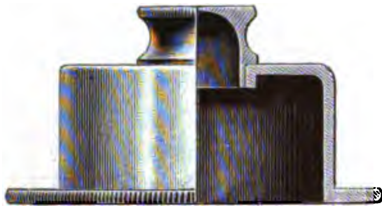
Was die Güte der Achromate und Apochromate anbetrifft, so muß bemerkt werden, daß für photographische Zwecke letztere unbedingt vorzuziehen sind; die Fortschritte der neueren Glastechnik sind aber auch an den alten Achromaten nicht vorübergegangen, vielmehr sind auch diese jetzt so verbessert worden, daß man für mikroskopische Beobachtung allein ganz gut mit den Achromaten auskommt, welche den Vorzug der größeren Wohlfeilheit für sich haben.

Das **Okular**, das den oberen Abschluß des Mikroskopes bildet, wird in der Regel in der Form des **Huyghensschen** (spr. Heugens) Okulars gebraucht; von seiner Zusammensetzung aus Kollektiv- und Augenlinse war schon S. 354 die Rede. Die Okulare nach **Huyghens** finden Verwendung mit den achromatischen Objektiven.

Für die Apochromate dagegen dienen besondere Okulare, die man „**Kompensationsokulare**" nennt, und zwar aus folgendem Grunde: die Apochromate sind selbst, für sich allein, nicht völlig chromatisch korrigiert (wie oben der Übersichtlichkeit der Darstellung wegen angenommen wurde), sie zeigen vielmehr einen gewissen Farbenfehler: zwar fallen alle Farbenbilder nahezu in eine Ebene, aber die blauen sind stärker vergrößert als die roten; die Kompensationsokulare dagegen sind umgekehrt so korrigiert, daß sie die roten Bilder stärker vergrößern als die blauen. Durch dieses Zusammenwirken von Objektiv und Okular wird ein höherer Grad der Farbenreinheit erreicht, als auf anderem Wege irgend möglich gewesen wäre.

Die Okulare sind so gefaßt, daß ihre unteren Brennpunkte beim Einsetzen in den Tubus fast genau in die gleiche Höhe zu liegen kommen. Daher wird beim Wechseln der Okulare keine veränderte Einstellung erforderlich, und der Abstand zwischen dem unteren Brennpunkt des Okulares und dem oberen Brennpunkt des Objektives behält einen konstanten Wert: die „optische Tubuslänge" (vgl. Abb. 217, S. 355), die maßgebend für die Gesamtvergrößerung des Mikroskopes ist.

Die wirkliche Tubuslänge, d. i. die Entfernung von der Augenlinse des Okulares bis zum Gewindeansatz des Objektives, muß konstant erhalten werden, weil nur ein bestimmter Abstand von Objektiv und Okular eine korrekte Abbildung ermöglicht, jedes Objektiv auf eine bestimmte Tubuslänge korrigiert ist. Bei starken Vergrößerungen wenigstens ist der Fehler sehr deutlich, wovon man sich an feinen Objekten leicht überzeugen kann. Durch Verlängerung des Tubus kann man zwar die Vergrößerung erhöhen, aber auf Kosten der Schärfe des


Abb. 225. Zylinderblende in Fassung.

Bildes. Die wirkliche Tubuslänge ist von **Zeiß** auf 160 mm, von **Leitz** auf 170 mm angegeben. Benutzt man Objektivwechsler (s. d. S. 369) oder ähnliche zwischengeschaltete Apparate, so ist deren Höhe (etwa 20 mm) von der Tubuslänge in Abzug zu bringen. — Die englischen Mikroskope haben immer noch den höchst unhandlichen „10zölligen" Tubus, etwa 250 mm lang.

Die Bezeichnung der Okulare geschieht bei denen nach **Huyghens**, alter Gewohnheit nach, mit fortlaufenden Ziffern, 1 das schwächste, usf.; die Kompensationsokulare tragen eine Nummer, welche die Eigenvergrößerung derselben angibt. Diese, multipliziert mit der Vergrößerung des Objektives, gibt dann die tatsächliche (virtuelle) Vergrößerung des Mikroskopes; also Objektiv 4 mm mit Okular 8 gibt die Vergrößerung $8 \cdot 250 : 4 = 500$fach.

Objektive und Okulare für besondere Zwecke s. weiter unten.

Die Beleuchtung des Objektes.

Fast alle unsere mikroskopischen Präparate sind durchsichtig bzw. werden durchsichtig gemacht und müssen mit durchfallendem Licht von unten her beleuchtet werden.

Nur bei wagerecht gestelltem Mikroskop, also bei Projektion oder Photographie, oder bei bestimmten Beobachtungen, die in Horizontalstellung des Instrumentes vorzunehmen sind, läßt man Licht direkt durch die mittlere Öffnung des Tisches in das Mikroskop fallen.

Beim Arbeiten am senkrecht oder schräg gestellten Mikroskop dient dazu ein unter dem Tisch verstellbar und drehbar angebrachter **Spiegel**. Nur bei schwacher Vergrößerung genügt ein einfacher Planspiegel; meist ist der Spiegel doppelseitig, eine Seite flach, die andere **konkav**, die Brennweite des Hohlspiegels ist so gewählt, daß der Fokus in die Objektebene fällt.

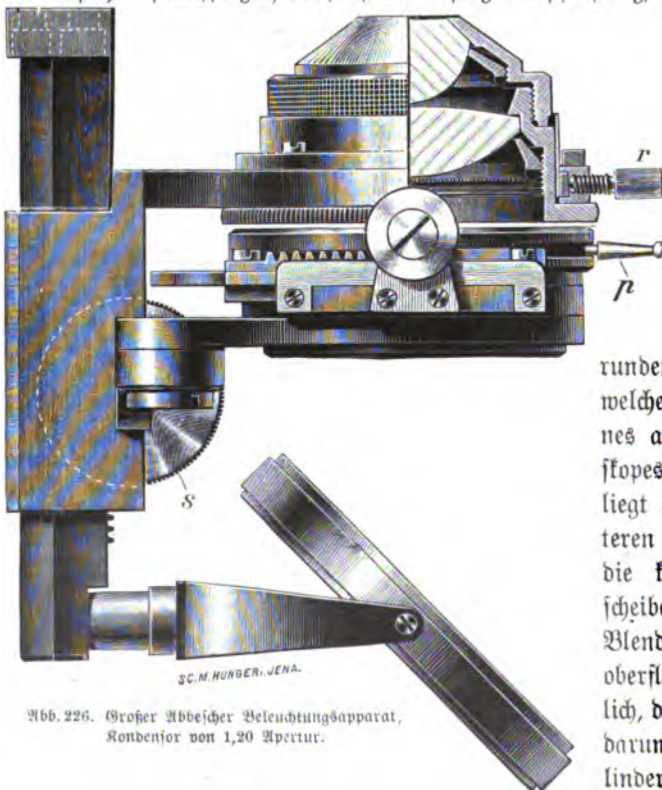


Abb. 226. Großer Abbescher Beleuchtungsapparat, Kondensor von 1,20 Apertur.

Bei starken Vergrößerungen würde man jedoch ein recht undeutliches Bild erhalten, wenn man nicht etwas von dem Lichte abblendete. Dazu dient im einfachsten Fall eine drehbare „**Blendscheibe**" mit runden Löchern verschiedener Größe, welche beim Einschnappen eines Zahnes auf die optische Achse des Mikroskopes eingestellt sind. Diese Scheibe liegt bei einfachsten Stativen der unteren Tischfläche an. Vorzuziehen ist die kalottenförmig gewölbte Blendscheibe, welche die jeweils zentrierte Blendenöffnung in die Ebene der Tischoberfläche bringt. Etwas weniger handlich, doch im Gebrauch dauerhafter und darum korrekter arbeitend, ist die „Zylinderblende", auswechselbare Blend-

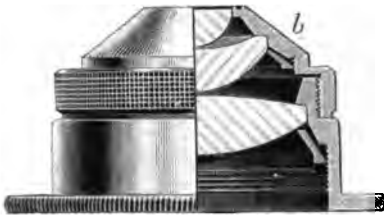


Abb. 227.
Kondensor von 1,40 Apertur.

scheibchen, die mittels einer Fassung von unten in den Tisch eingeschoben werden (Abb. 225). Die vollendetste Blendung ist die „Iriszylinderblende" (Näh. üb. die Irisblenden s. unt.), welche mittels eines Knöpfchens auf beliebige Größe eingestellt werden kann und um so näher in die obere Tischebene rückt, je enger man sie zusammenschiebt.



Abb. 228. Kleiner Kondensor mit feststehender Irisblende.

Mehr und mehr hat man jedoch, selbst bei mittleren und billigeren Stativen, den Wert eines „Kondensors" schätzen gelernt, so daß, außer bei Anfängermikroskopen, die Beleuchtung mittels Spiegel und Blende allein wenig mehr ausgeübt wird.

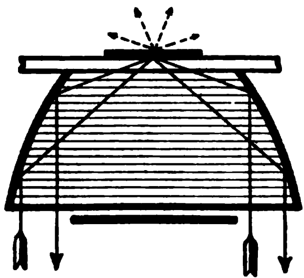
Der Kondensor hat seine vollendetste Form in dem „Abbeschen Beleuchtungsapparat" (Abb. 226) gefunden, der jetzt in mehreren Konstruktionen geliefert wird. Eine unter dem Tisch angebrachte, durch Zahn und Trieb in senkrechter Richtung verstellbare Schiene trägt an ihrem unteren Ende einen (nicht aus der Achse verstellbaren) Spiegel (wie oben zweiseitig, Plan- und Hohlspiegel), am oberen Ende eine Hülse mit einem Linsensystem, aus zwei oder drei Konvexlinsen gebildet, mit numerischer Apertur von 1,20 bzw. 1,40 (Abb. 227). Die oberste Linse hat annähernd Halbkugelform, die plane Fläche liegt in der Ebene des Objekttisches. Nahe unter dem Kondensor befindet sich der „Blendenträger", der beim gewöhnlichen Gebrauch die „Irisblende" trägt. Diese besteht aus zwei Ringen, deren einer mittels eines vorstehenden Knöpfchens drehbar ist, während der andere feststeht; eine Anzahl sehr dünner, sichelförmiger, geschwärzter Blechplättchen ist mit dem einen Ende an dem einen, mit dem anderen an dem anderen Ringe befestigt. Durch Drehung erzielt man Vergrößerung und Verkleinerung der stets zentriert bleibenden Blendenöffnung, von der vollen Öffnung des Kondensors bis zu etwa 1 mm. Eine Zahn- und Triebvorrichtung ermöglicht seitliche Verschiebung der Blende zum Zweck schiefer Beleuchtung (s. oben S. 353), die durch Drehung des ganzen Blendenträgers von allen Seiten auf das Objekt wirken kann. Der Blendenträger dient ferner dazu, um eine matte Glasscheibe einschalten zu können (vgl. unten), oder ein blaues Glas, wenn eine Lichtquelle zu gelbes Licht liefert, oder eine Zentralblende (vgl. S. 364) oder den Polarisator (vgl. unten S. 369) aufzunehmen. Um die Apertur des Kondensors voll auszunützen, kann man zwischen die Endfläche und den Objektträger einen Tropfen Immersionsöl bringen, damit von den schräg einfallenden Seitenstrahlen nichts durch totale Reflexion verloren gehe: „Immersionskondensor".

An einfacheren Formen des Kondensors, deren es auch kleinere mit nur 1,00 num. Apertur gibt (Abb. 228), ist die Irisblende fest mit der Kondensorhülse verbunden, schiefe Beleuchtung kann man dann nur durch Verstellen oder teilweises Bedecken des Spiegels herstellen; zur Aufnahme von Glasplättchen od. dgl. dient dann ein besonderer schmaler Ring.

Eine besonders vollendete Form ist der „ausklappbare Kondensor" (Abb. 229), bei welchem das Linsensystem beiseite geschlagen werden kann, worauf dann eine Iriszylinderblende (wie oben) in Funktion tritt. Für Zwecke



Abb. 229. Ausklappbarer Kondensor, links die Iriszylinderblende.


Abb. 230. Paraboloidkondensor.

der Mikrophotographie dient ein besonderer, aplanatischer, achromatischer und „zentrierbarer Kondensor".

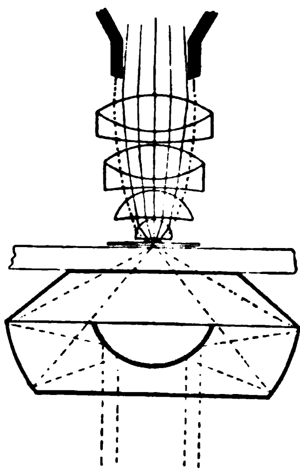
Die großen Vorzüge eines Kondensors sind erstens die bessere Ausnützung auch einer schwächeren Lichtquelle, ferner die scharfe Abbildung gefärbter Präparate im vollen Strahlenkegel, welcher alles Ungefärbte nahezu verschwinden läßt (Methode nach Robert Koch).

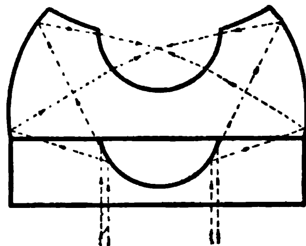
Dunkelfeldbeleuchtung, Ultramikroskop.

Eine große Vervollkommnung aus neuerer Zeit besteht darin, kleine Objekte nur seitlich zu beleuchten, so daß sie sich scheinbar selbstleuchtend vom dunklen Hintergrunde abheben, wie die „Sonnenstäubchen" in einem Lichtbüschel, das in ein verdunkeltes Zimmer fällt. Bis zu gewissem Grade wurde das schon früher erreicht durch die dem Abbeschen Beleuchtungsapparat beigegebene „Zentralblende". Die Entwicklung des Ultramikroskopes hat dazu geführt, daß man schließlich Kondensoren, die an den Bau des oben geschilderten anknüpfen, verwendet. Für Beobachtung mikroskopischer Objekte (Bakterien, Blutkörperchen usw.) dürfte sich der „Paraboloidkondensor" (Abb. 230) oder der „Konzentrische Spiegelkondensor" (Abb. 231) am besten eignen, während der „Leitzsche Ultrakondensor" (Abb. 232) mehr zur Untersuchung kolloidaler Lösungen u. dgl. Verwendung findet. Aus den Abbildungen erhellt die besondere Art des Strahlenganges. Die Beleuchtung geschieht von unten mittels Planspiegels; sie erfordert ein sehr helles Licht, wofür eigentlich nur elektrische Lampen, am besten eine eigens dafür bestimmte kleine Bogenlampe oder Nernstlampe (Abb. 233), ausreichend sind; für manche Fälle genügt eine hellbrennende Lampe für „hängendes" Auer- oder Grätzinlicht mit durchsichtiger Glaskugel (kein Milchglas). Um Lichtverluste zu vermeiden, kann man bei wagerecht gelegtem Mikroskop nach Entfernung des Spiegels den Lichtkegel direkt einfallen lassen.

Unerläßliche Bedingung für das Arbeiten am Ultramikroskop ist vollendetste Sauberkeit, Verwendung wenig gebrauchter Objektträger und Deckgläschen, weil jedes Stäubchen oder Fäserchen, jede Schramme im Glas mit abgebildet wird, und Verwendung „optisch leeren" destillierten Wassers, das man durch oft wiederholtes Filtrieren durch ein mehrfaches Filter gereinigt hat.

Nötig ist ferner eine Einengung der Apertur der Objektive, was nötigenfalls durch Einschrauben einer besonderen Objektivblende geschieht. Da die Strahlenvereinigung nahe der oberen ebenen Fläche zustande kommt, müssen die Objektträger sehr dünn, und diese wie auch die Deckgläschen von genau vorgeschriebener Dicke sein. Besonders starke Vergrößerung ist bei den Untersuchungen nicht nötig, man verwendet Trockensysteme von etwa 3—4 mm Brennweite, kann aber mit Vorteil starke Okulare, etwa Kompensationsokular 12, selbst 18 anwenden.


Abb. 231. Konzentrischer Spiegelkondensor.


Abb. 232. Ultrakondensor.

Die Sichtbarmachung speziell der „ultramikroskopischen" Teilchen beruht darauf, daß Beugungsbilder zur Beobachtung gelangen. So entstehen im Mikroskop Lichtpunkte, die aber nicht meßbar sind,

sicher aber Körperchen verraten, welche jenseits der mikroskopischen Sichtbarkeit bei durchfallendem Lichte liegen. Die letztere dürfte ihre äußerste Grenze bei gewöhnlicher Beobachtung nahe unter 0,0002 mm finden; diese theoretisch (aus der Wellenlänge des Lichtes) abgeleitete Grenze ist praktisch nahezu erreicht.

Lichtquellen. Über diese sei im Anschluß an die Beleuchtung einiges gesagt. Gut ist Tageslicht bei nicht zu dicht bewölktem Himmel; je schöner blau derselbe, um so ungünstiger ist es für den Mikroskopiker. Direktes Sonnenlicht kann man auf einen Schirm von Papier (im durchfallenden Licht von Öl-

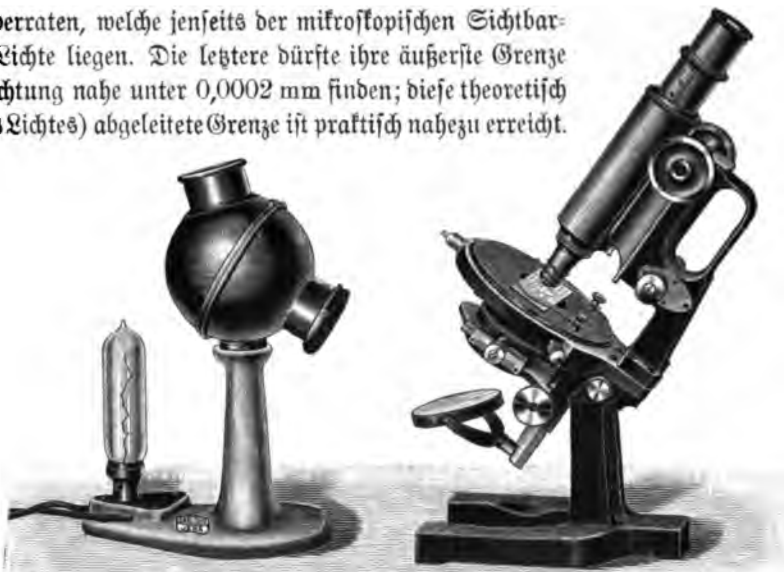


Abb. 233. Mikroskop mit Nernstlampe, für Dunkelfeldbeleuchtung.

papier) oder Leinwand auffallen lassen. Die verschiedenen „Mikroskopierlampen", welche konstruiert worden sind, können hier nicht im einzelnen erläutert werden. Für viele Fälle genügt ein guter Petroleumflachbrenner; hat man Gas zur Verfügung, so ist das schon erwähnte „hängende Glühlicht" vorzuglich geeignet, für das gewöhnliche Arbeiten aber mit Milchglaskugel. Auch verschiedene elektrische Lampen sind gut geeignet.

Vielfach wird es nützlich sein, eine mit Wasser gefüllte „Schusterkugel" zwischen Lichtquelle und Mikroskop einzuschalten; ist das Licht zu gelb, so gibt man in die Kugel einige Tropfen gesättigter Kupfervitriollösung und einen Schuß Ammoniak, ausreichend, um den anfangs entstehenden Niederschlag von Kupferhydrat zu lösen.

Zeichnen und Messen.

Von großer pädagogischer Wichtigkeit ist das Zeichnen mikroskopischer Objekte; erstens wegen der Übung überhaupt, zweitens, weil das gezeichnete Objekt viel sicherer richtig verstanden wird als das nur Gesehene, drittens zur Auffrischung der Erinnerung. Nachzeichnen „aus dem Kopf" erfordert außer bei ganz einfachen Dingen schon sehr viel Übung; wo es auf genauere Wiedergabe ankommt, wird man einen korrekt abbildenden Zeichenapparat („Camera lucida") vorziehen, der auch den Vorteil bietet, daß man das Größenverhältnis zwischen Bild und Objekt genau bestimmen kann.

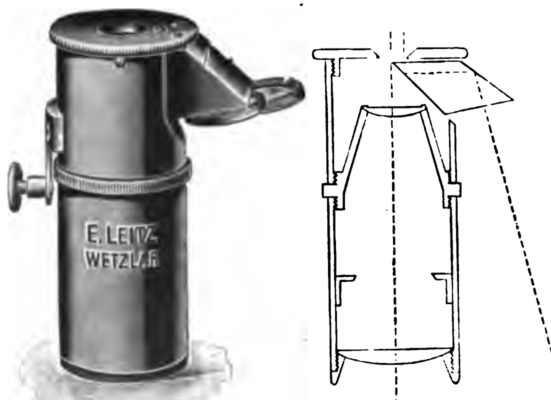


Abb. 234. Zeichenokular.

Das „Zeichenokular" (Abb. 234) ist ein Okular mittlerer Vergrößerung, das über der Augenlinse eine schiefwinkliges Prisma trägt; eine scharfe Kante desselben verdeckt die Augenlinse zur Hälfte, so daß das Auge gleichzeitig teils in das Mikroskop, teils durch doppelte Spiegelung auf das Zeichenpapier sieht, wobei beide Bilder sich decken und die



Abb. 235. Zeichenokular, zum Gebrauch am schrägstehenden Mikroskop.

Linien des mikroskopischen Bildes auf dem Papier nachgezeichnet werden können.

Das Zeichenokular kann in mehrerlei Ausführung bestehen; bei der einen wird dasselbe in den aufrechtstehenden Tubus eingesteckt, es erfordert, um die Dimensionen von rechts nach links und von oben nach unten ohne Verzerrung wiederzugeben, eine stark geneigte Zeichenfläche. Die andere Art (Abb. 235) wird an dem um 45° umgelegten Mikroskop verwendet, als Zeichenfläche dient dann der Arbeitstisch.

Das Zeichenokular gibt mit jedem Objektiv nur eine Vergrößerung, nur etwa durch Änderung der Tubuslänge zu verändern. Will man die wechselnden Vergrößerungen verschiedener Okulare benutzen, so ist ein von außen aufsteckbares „Zeichenprisma" (Abb. 236) vorzuziehen.

Der „Abbesche Zeichenapparat" (Abb. 237) ist wohl das Vollendetste auf diesem Gebiet. Er besteht aus einem Glaswürfelchen, das aus zwei dreiseitigen Prismen zusammengesetzt ist; deren trennende Fläche ist versilbert, doch ist in der Silberschicht ein kleines Loch ausgespart, durch das man in den Tubus hineinschaut. Durch die Spiegelung in der Silberschicht sieht man auf einen an einem Arm seitlich angebrachten Spiegel, durch diesen auf das Zeichenpapier. Eine geneigte Fläche ist nicht erforderlich. Der Apparat wird auf den Rand des Okulares aufgeschraubt oder mittels eines Ringes auf dem Tubus festgesteckt; er wird in mehreren Ausführungen hergestellt.

Zu jedem solchen Zeichenapparat ist eine Vorrichtung nötig, um eine oder zwei Plättchen von Rauchglas zwischenschalten zu können, weil bei starker Vergrößerung oder enger Blende das Papier so hell erscheint, daß das mikroskopische Bild ganz verschwindet. Durch diese Plättchen und die Irisblende ist eine sehr feine Abstufung der beiderseitigen Helligkeit möglich.

Wichtig ist es, sich von der objektiven Vergrößerung der so entworfenen Zeichnung, die außer von Objektiv und Okular auch von der Tubuslänge und von der Entfernung der Zeichenfläche abhängig ist, zu überzeugen; das geschieht, indem man die Teilung eines Objektmikrometers (vgl. unten) abzeichnet und nachmißt.

Bei Schülerzeichnungen wird es übrigens vielfach nicht so sehr auf genaue Wiedergabe des Gesehenen als vielmehr um schematisierende Hervorhebung des Wichtigen handeln; wie ja auch in der Regel die anatomischen und zytologischen Abbildungen der Lehrbücher fast durchweg, und mit Recht, schematisiert sind. Darum ist auch darauf Wert zu legen, daß der Schüler aus mehreren Objekten das Wesentliche in einer Zeichnung zu vereinigen lerne.

Die Messung der natürlichen Größe der Objekte ist ebenfalls von größter Bedeutung. Fast für alle Zwecke wird ein „Meßokular" (Abb. 238) vollständig genügen. Es ist ein Okular mittlerer Vergrößerung, dessen Augenlinse in einer federnden Hülse verstellbar ist; es wird für das Auge des Beobachters auf die Blendungsebene des Okulares eingestellt, auf welcher das „Okularmikrometer" ruht, eine feine Teilung, deren Teilstriche man an den beiden Enden des zu messenden Objektes abliest. Den Meßokularen ist eine Ta-



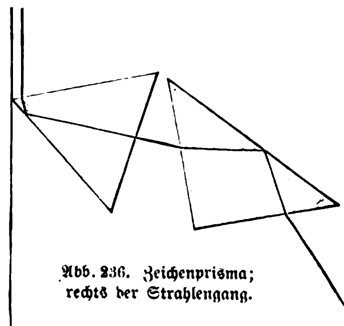


Abb. 236. Zeichenprisma; rechts der Strahlengang.



Abb. 237. Abbescher Zeichenapparat.

belle beigegeben, welche für jedes Objektiv (bei genau eingehaltener Tubuslänge!) die einem Teilstrich der Skala entsprechende wirkliche Größe angibt. Ist diese Größe gleich $2{,}5\,\mu$ ($1\,\mu = \frac{1}{1000}$ mm) und bedeckt das Objekt $8\frac{1}{2}$ Teile der Skala, so ist seine wirkliche Größe $8{,}5 \cdot 2{,}5 = 21{,}25\,\mu$.

Sehr zu empfehlen ist es jedoch, die Angaben der Tabelle, die immer nur Durchschnittswerte darstellen, an einem „Objektmikrometer" nachzuprüfen. Es ist das eine Art von mikroskopischem Präparat, bestehend in einer auf Glas eingeritzten feinen Teilung, 1 mm in 100 Teile. Entsprechen bei bestimmter Tubuslänge etwa 5 Teile dieser Skala 19 Teilstrichen des Okularmikrometers, so ist jeder Strich des letzteren $= 50 : 19 = 2{,}63\,\mu$.

Auch kann man Messungen in der Weise ausführen, daß man das Objekt mittels Zeichenkamera genau abzeichnet, dann das Objekt, ohne etwas am ganzen Instrument zu ändern, mit einem Objektmikrometer vertauscht und dieses ebenfalls abzeichnet. Durch Vergleichung mit der bekannten Größe des Mikrometers erhält man die wahre Größe des Objektes.

Ein umlegbares Mikroskop mit Meßokular kann uns auch als „Ablesemikroskop" dienen, etwa um in bestimmten Zwischenräumen stattgehabtes Wachstum festzustellen. Doch gibt es dafür auch besondere, dem Zweck besser angepaßte Instrumente, welche unter obigem Namen angeboten werden (Abb. 239); sie haben vor dem gewöhnlichen Mikroskop den Vorzug, daß die den horizontalen Tubus tragende aufrechte Säule durch Zahn und Trieb höher und niedriger gestellt werden kann.

Zur Messung unregelmäßig begrenzter Flächen (etwa Masse und Lumina in einem sklerenchymatischen Zellgewebe) empfiehlt sich das Verfahren von Ambronn: man zeichnet genau die Umrisse auf gutem, gleichmäßigem Papier, bei bekannter Vergrößerung, nach, schneidet die Zeichnung sauber aus und wägt das betreffende Papierstück; aus dem Gewicht einer genau gemessenen quadratischen Fläche des gleichen Papiers erhält man durch einfache Rechnung die gesuchte Größe.

Auf zwei kompliziertere Meßapparate sei nur in Kürze hingewiesen: „das Meßtrommelokular" und das „Objektschraubenmikrometer". Beide besitzen eine sehr feine Schraubenführung, die gemessene Größe wird an einer geteilten Trommel bei dem letzteren direkt abgelesen, bei dem ersteren nach Ablesung wie oben berechnet.



Abb. 238. Meßokular



Abb. 239. Ablesemikroskop.

Dickenmessungen am Objekt können mittels der Mikrometerschraube und einer Teilung an deren Kopfende ausgeführt werden; sie sind selten von praktischem Wert, auch nur da zuverlässig auszuführen, wo auf Ober- und Unterseite des Objektes absolut exakt eingestellt werden kann. Bei Messungen mittels eines Trockensystemes ist die abgelesene Dicke mit dem Brechungsindex des Glases zu multiplizieren. Wenn irgend möglich, suche man den Gegenstand in Profilstellung zu bringen und die Messung mit dem Meßokular auszuführen.

Zu **Winkelmessungen** dient das „Goniometerokular"; es besitzt, wie das Meßokular, ein einlegbares Plättchen mit einem Strichkreuz und einen äußeren in Grade geteilten Kreis. Auch kann ein drehbarer Objekttisch benutzt werden, wenn er Gradeinteilung besitzt.

Für **Zählungen** kleiner Objekte dient ein Mikrometerokular, dessen Blende ein quadriertes Glasplättchen trägt; man zählt nacheinander die einzelnen Quadrate aus.

Um die in einer gegebenen Flüssigkeitsmenge vorhandene Zahl kleiner Körperchen zu zählen, bedient man sich einer „Zählkammer": ein Objektträger hat eine quadratische Vertiefung von genau bekannter Tiefe (0,1 mm), so daß das aufgelegte Deckglas einen bestimmten Raum abschließt. Durch Teilung auf dem Boden der Vertiefung kann man nach und nach den ganzen Raum abzählen (wichtig z. B. für Zählung von Blutkörperchen, Hefezellen usw.).

Nebenapparate.

Objektive und Okulare zu besonderen Zwecken.

Von Objektiven erwähnen wir nur noch zwei Arten: das Objektiv ***a**** von Zeiß, dessen Linsen nach Art einer Korrektionsfassung (s. d.) gegeneinander verstellbar sind. Dadurch kann man die Vergrößeruug bis zum Verhältnis 1:2 abändern; mit verschiedenen Okularen bekommt man so Vergrößerungen zwischen 3 und 33, was für Zeichnungen mittels Kamera angenehm sein kann.

Die Objektive ***Pl*** (Planktonsucher) und ***D**** von Zeiß sind für Wasserimmersion bestimmt, sie lassen sich ohne Deckglas für lebende in Wasserkammern liegende Objekte verwenden. Das erstere gibt schwache, das zweite mittlere Vergrößerungen.

Objektmarkierer sind einem Objektiv äußerlich ähnlich und werden anstelle eines solchen angeschraubt. Nach Einstellung des gewünschten Punktes im Präparat in die Mitte des Gesichtsfeldes schaltet man den Markierer ein, der entweder einen feinen Lackring auf das Deckglas drückt oder, bei anderer Konstruktion, mittels eines Diamanten, der drehbar angebracht ist, einen feinen Ring in das Deckglas einritzt; so kann der betreffende Punkt inmitten der aufgetragenen Marke leicht wieder gefunden werden. — Dasselbe kann man bei beweglichem Objekttisch in der Weise erreichen, daß man auf der Etikette diejenigen am Nonius abgelesenen Zahlen vermerkt, welche der genauen Einstellung eines bestimmten Punktes entsprechen.

Okulare mit Irisblende, zugleich mit weiterem Gesichtsfeld (Zeiß), dienen u. a. dazu, daß man das Gesichtsfeld so weit einengen kann, daß nur eine der besonderen Aufmerksamkeit empfohlene Stelle des Objektes noch sichtbar ist. **Zeigerokulare** haben in der mittleren Blendenebene einen spitzen, von außen beweglichen Stift, welcher auf den zu beachtenden Punkt gerichtet wird. Komplizierter gebaut ist das „**Zeigerdoppelokular**" von Leitz (Abb. 240); der Strahlengang im Mikroskop wird durch reflektierende Prismen auf zwei Okulare, ein zentrales und ein seitliches verteilt, so daß zwei Beobachter



Abb. 240.
Zeigerdoppelokular.

gleichzeitig hineinsehen können; der eine regiert einen weiter oben angebrachten Zeiger, um den andern nach und nach auf verschiedene Stellen des Präparates aufmerksam zu machen.

„Stereoskopische Okulare" bieten nicht nur den Vorteil, daß man mit beiden Augen gleichzeitig ins Mikroskop sehen kann, sondern daß man die Objekte auch plastischer sieht. Auch hier erfolgt eine Trennung der Strahlenbündel durch total reflektierende Prismen.



Abb. 241. Revolver für drei Objektive.

Objektivwechsler.

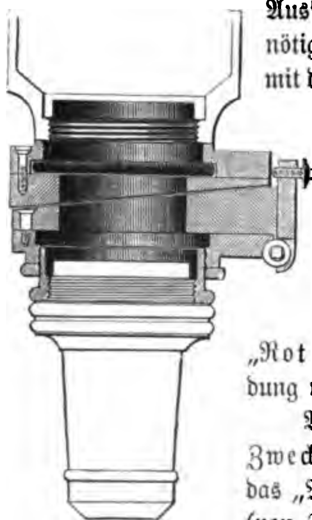
Solche dienen dazu, um die Objektive (und damit die Vergrößerung) rasch und ohne Umständlichkeit wechseln zu können. Der handlichste Apparat dafür ist der „Revolver" (Abb. 241). Er wird an Stelle eines Objektivs an den unteren Tubusrand angeschraubt. An seiner jetzt unten liegenden Seite trägt er zwei, drei oder vier Gewinde an einer drehbaren Scheibe, welche zur Aufnahme ebenso vieler Objektive dienen. Ein einschnappender Zahn hält die Scheibe an der Stelle fest, an welcher sich eben das gewünschte Objektiv in der Mikroskopachse befindet.

Der „Schlittenobjektivwechsler" (Abb. 242) ist für besonders exaktes Arbeiten, z. B. für Mikrophotographie, vorzuziehen, weil er genauer zu zentrieren ist als der Revolver. Er besteht aus einem Tubus- und der nötigen Zahl von Objektiv-Schlittenstücken. Man hat jeweils nur ein Objektiv am Tubus, die andern in einem besonderen Kästchen vor sich auf dem Arbeitstisch stehen.

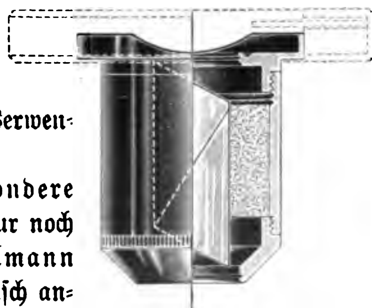
Der „Zangenobjektivwechsler" ist einfacher im Bau und wohlfeiler, arbeitet aber weniger genau.

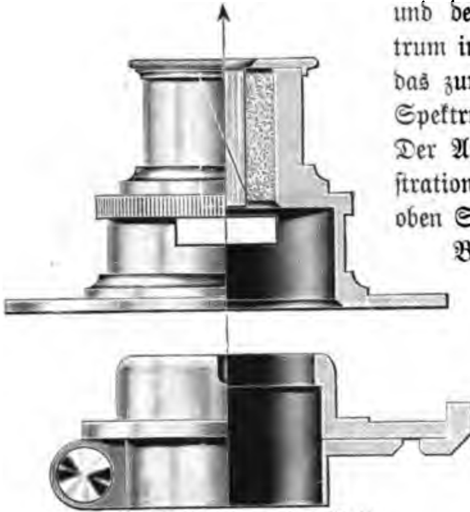
Polarisationsapparate.

Untersuchungen über Polarisation sind für die Kristallographie von hervorragender Bedeutung, es sind hierfür eigene „Polarisationsmikroskope", in wohlfeiler und kostspieligerer Ausführung, gebaut worden, welche aber für biologische Arbeiten nicht nötig sind, weil man jedes große oder mittlere Arbeitsinstrument leicht mit den für biologische Zwecke erforderlichen Einrichtungen versehen kann. Wir benutzen am besten den „Polarisator" (Abb. 243), der in den Blendenträger des Abbeschen Beleuchtungsapparates eingehängt wird, und den „Analysator (Abb. 244), der auf das Okular aufgesetzt wird; beide bestehen aus je einem „Nicolschen Prisma", über deren Konstruktion vgl. oben S. 343. Dazu gehört ferner ein Gips- oder Glimmerplättchen „Rot I. Ordnung" in Fassung; über die Verwendung vgl. oben S. 101.


Abb. 242. Schlittenobjektivwechsler.

Beleuchtungsapparate für besondere Zwecke. Wir erwähnen von allen diesen nur noch das „Mikrospektralobjektiv" nach Engelmann (von Zeiß). Es wird unter den Mikroskoptisch angebracht und wirft, vermittels eines Prismensystems


Abb. 243. Polarisator.


Abb. 244. Analysator mit Teilkreis.

und des angeschraubten mittelstarken Objektives, ein Spektrum in die Ebene des Präparates; dieses untere Objektiv und das zur Beobachtung dienende sind so zu wählen, daß das Spektrum ganz innerhalb des Gesichtsfeldes zu liegen kommt. Der Apparat ist geeignet zu der sehr interessanten Demonstration des „Engelmannschen Bakterienversuches“ (siehe oben S. 113).

Beleuchtung undurchsichtiger Objekte von oben mittels „Vertikal“- oder „Opakilluminator“ kommt bei biologischen Arbeiten so selten vor, daß wir uns hier mit der Erwähnung begnügen können.

Objekttische für besondere Zwecke.

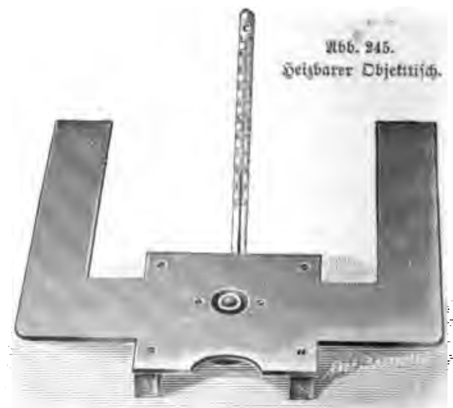
„Heizbare Objekttische“ dienen in der Biologie zu Untersuchungen über die Wirkung höherer Temperaturen auf Lebensäußerungen, auch Schmelz-, Verquellungs- und Lösungsvorgänge an wichtigen Substanzen (Stärkekörner) usw. Der heizbare Objekttisch „nach M. Schulze“ (Abb. 245) ist recht handlich; sein Hauptteil ist ein breites U aus Messing, dessen Enden mittels zweier Mikrobrenner erwärmt werden; ein Thermometer zunächst der Mitte gibt die erreichte Temperatur an. Bei dem heizbaren Objektisch „nach Pfeffer“ ist dem U in der Mitte ein Glaskasten aufgesetzt, welcher mit Wasser gefüllt wird und mit einem Thermoregulator versehen werden kann. Sehr praktisch scheinen die „elektrisch heizbaren Objekttische nach Jentzsch“ zu sein, welche neuerdings Leitz konstruiert; dieselben erlauben eine Erhitzung bis 800° C, die freilich für biologische Arbeiten kaum irgend in Frage kommen wird.

Nach einem Vorschlage von Sachs kann man auch das ganze Mikroskop in einen Heizschrank mit Glasfenstern einsetzen; man erzielt so sehr gleichmäßige Temperaturen, kann aber nur sehr langsam die Temperatur abändern.

Einen „elektrischen Objekttisch“ kann man sich selbst herstellen, indem man auf einen Objektträger zwei an den Enden breit gehämmerte Platindrähte mittels Siegellack so befestigt, daß ihre Enden, sich gegenüberstehend, unter ein Deckglas von 18 qmm zu liegen kommen. Dieser Apparat wird für manche Zwecke ausreichen, auf Vorrichtungen für speziellere Arbeiten kann hier nicht näher eingegangen werden; ausführlicher z. B. bei A. Zimmermann, Das Mikroskop (Leipzig u. Wien, 1895).

Das Präpariermikroskop.

Dasselbe ist in der Regel ein „einfaches“ oder „Lupen“-Mikroskop, doch kann man auch jedes zusammengesetzte Mikroskop mit schwachem Objektiv zum gleichen Zweck benutzen. Da die Umkehrung des Bildes störend wirkt, so empfiehlt es sich, eine „bildumkehrendes Okular“ oder „bildumkehrendes Prisma“ anzuwenden; beide sind so konstruiert, daß durch zweimalige Spiegelung (totale Reflexion) sowohl rechts und links wie auch vorn und hinten vertauscht wird, so daß


Abb. 245. Heizbarer Objekttisch.

das Bild nun wieder aufrecht steht. Das auf das Mikroskop aufzusetzende Prisma ist übrigens auch insofern angenehm, als man ohne den Tubus umzulegen schräg, also in bequemer Haltung in das Instrument hineinsieht.

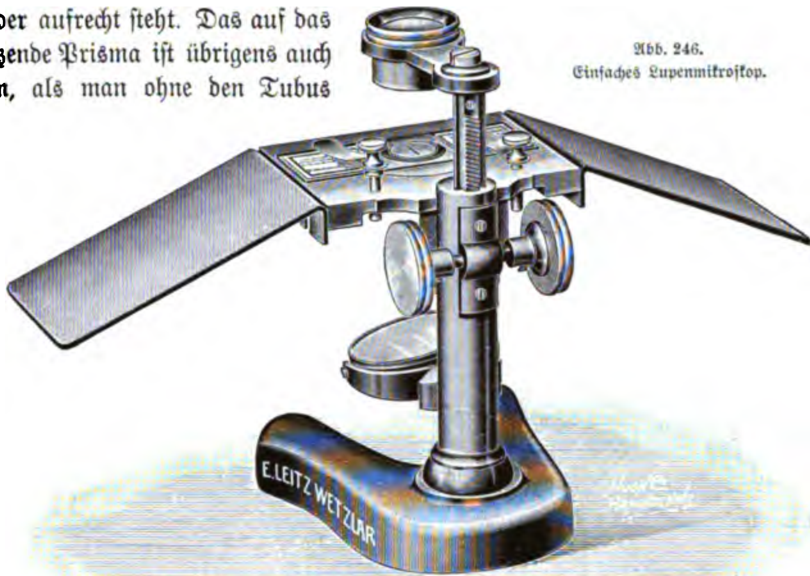


Abb. 246. Einfaches Lupenmikroskop.

Präparierstative für Lupenbenutzung gibt es in mehrerlei Konstruktionen, kostspielige und wohlfeilere. Wir übergehen die großen und teuren Apparate, weil man praktisch fast das gleiche erreicht mit den billigeren Ausführungen. Einige der letzteren sind:

Das „einfache Lupenmikroskop" von Leitz (Abb. 246) hat einen durch Zahn und Trieb verstellbaren Lupenarm, den Tisch bildet eine Glasplatte, die von unten mittels Spiegels oder Milchglasplatte (diffuses weißes Licht) beleuchtet wird. Die beiden seitlichen Handstützen sind abnehmbar. Zur Durchmusterung größerer Objekte (Kulturschalen) ist das „große Lupenmikroskop" derselben Firma geeigneter, dessen Lupenarm zweiteilig und über die ganze Fläche des Objekttisches beweglich ist.

In den Lupenarm kann man auch eine Trommel einsetzen, in welche von oben ein Okular eingesteckt, von unten ein Objektiv eingeschraubt wird; in der Trommel befinden sich zwei total reflektierende Prismen zur Bildumkehrung. Zwei solche Vorrichtungen zusammen geben Instrumente von stereoskopischer, sehr plastischer Wirkung.

Eine in Laboratorien beliebte Form des Präparierstativs hat als Handauflagen zwei feste Holzbacken, welche auf einem eine Schieblade enthaltenden Holzklotz befestigt sind. Das Lupenstativ befindet sich zwischen ihnen.

Das „Präparierlupenstativ nach Edinger" (Leitz) hat den Vorzug, daß man es auch aufrecht stellen kann, so daß die Lupe horizontal steht.

Als Lupen eignen sich die „aplanatischen Lupen nach Steinheil", die aus drei verkitteten Linsen bestehen (Abb. 247); sie geben ein sehr großes, ebenes und farbenreines Bild. Die Vergrößerung wird man praktisch nicht zu hoch wählen, weil die starken Lupen ihrer geringen Brennweite wegen unhandlich sind; meistens wird man mit fünf- bis höchstens zehnfacher Vergrößerung auskommen, zum Durchmustern von Kulturplatten (Bakterien) wird man höher gehen, bis zu etwa zwanzigfacher Vergrößerung. Die „Brückeschen Lupen" haben, wie das Galileische Fernrohr, eine konkave Augenlinse, sie haben den Vorteil eines sehr großen Objektabstandes.

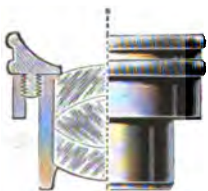


Abb. 247. Aplanatische Lupe nach Steinheil.

Ein „Präpariermikroskop" kann man sich übrigens mit ganz geringen Unkosten selbst herstellen. Man verschafft sich eine (nicht zu gebrechliche)

Zigarrenschachtel, von dem gewöhnlichen Hunderterformat, nicht zu flach, nicht zu hoch. Den Deckel entfernt man und ersetzt ihn durch eine gut passende Glasscheibe. Die Vorderwand entfernt man ebenfalls, doch läßt man vorteilhaft an den Seiten zwei fingerbreite Streifen davon stehen, damit das Ganze besseren Halt habe. Im Innern stellt man ein rechteckiges Stück Spiegel schräg auf, so daß Licht vom Fenster nach oben geworfen wird. Als Präparierlupe benützt man ein Uhrmacherglas von etwa fünf- bis achtfacher Vergrößerung, das für die Mehrzahl der Fälle ausreichen wird, und das man ins Auge klemmt. Wem das „Monokeltragen" gar nicht gelingen will, der kann eine jener dreibeinigen Lupen benützen, wie sie bei jedem Optiker zu haben sind; die Einstellung auf das Objekt erfolgt mittels der Schrauben, durch welche diese Lupen in ihrem Gestell beweglich sind. Will man auf diffus-weißem oder auf schwarzem Grunde arbeiten, so legt man auf den Spiegel ein Stück mattweißes oder mattschwarzes Papier.

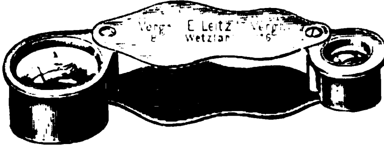


Abb. 248. Doppelte Taschenlupe.

Die Uhrmacherlupen sind übrigens auch zum freihändigen Präparieren, etwa an lebenden Pflanzen, sehr geeignet. Daß sie sphärisch und chromatisch nicht korrigiert sind, fällt wenig ins Gewicht, weil es beim Präparieren auf Abbildungsfehler (vgl. S. 348) nicht so genau ankommt wie beim eigentlichen mikroskopischen Sehen.

Das letztere gilt nun auch von Taschen-, Exkursions- und sonstigen Lupen. Die üblichen, zu eins, zwei oder drei in Hornschalen vereinigten Lupen sind leider, wenn man sie regelmäßig in der Tasche trägt, nicht sehr dauerhaft; man wird also besser tun, solche in Metallfassung zu wählen. Selbstredend wird auch der nicht betrogen sein, der etwas mehr für eine oder für zwei aplanatische Lupen, eventuell zwei in einer Fassung vereinigt (Abb. 248), aufwendet. Namentlich dann, wenn der Lupenbetrachtung keine mikroskopische Untersuchung folgen soll, wird man gut tun, eine der besseren Lupen, auch von stärkerer Vergrößerung, zu verwenden.

Unter dem Namen „Verantlupen" hat die Firma Zeiß Lupen konstruiert, die bei mäßiger Vergrößerung durch ein ganz besonders großes, ebenes und helles Gesichtsfeld ausgezeichnet sind.

Beim Gebrauch der Lupen ist besonders darauf zu achten, daß man die Lupe möglichst nahe an das Auge heranbringt; dadurch erhält man ein weit größeres und ebeneres Gesichtsfeld, als wenn man, wie Ungeübte zu tun pflegen, die Lupe auf Armeslänge von sich weghält; das gilt ganz besonders von den „Verantlupen".

Für Exkursionszwecke werden sog. „Moosmikroskope" und „Algensucher" angefertigt. Erstere sind kleine Mikroskope von mäßiger Vergrößerung, manchmal dazu eingerichtet, an einen Stock angeschraubt zu werden, letztere sind einfache Lupen in einer Fassung, die das Einschieben eines kleinen Glasplättchens erlaubt, um Wasser bei etwa hundertfacher Vergrößerung auf mikroskopische Tierchen oder Pflänzchen zu untersuchen; die Prüfung kann nur provisorischer Art sein, genauere Durchmusterung erfolgt daheim unter dem Mikroskop. Gewisse Fragen, z. B. solche der Planktonuntersuchung, können schon draußen bei Lupenvergrößerung entschieden werden.

Projektionsapparate.

Zur Projektion kann jedes, auch das einfachste, Mikroskop dienen, wenn man über der Augenlinse einen ebenen Metallspiegel oder ein total reflektierendes Prisma anbringt oder wenn man ein umlegbares Stativ benutzt. Es ist dann die Augenlinse, welche ein reelles Bild des Objektes auf einen Schirm entwirft. Nur muß man dazu die Einstellung ein wenig ändern: beim mikroskopischen Sehen entsteht (vgl. oben S. 354) ein virtuelles Bild, da das

von Objektiv- und Kollektivlinse erzeugte Bild innerhalb der einfachen Brennweite der Augenlinse liegt. Nun soll aber dieses letztere Bild tiefer, nämlich zwischen die einfache und doppelte Brennweite der Augenlinse fallen, damit ein vergrößertes reelles, auffangbares Bild entstehe; wir müssen also den Tubus ein wenig heben, damit der Abstand zwischen Objekt und Objektiv vergrößert, der Bildabstand also verkleinert werde.

Zur Projektion wird man mit Vorteil Apochromatobjektive und Kompensationsokulare verwenden, und zwar von letzteren nur die stärkeren, von 6 an; die Nummern 2 und 4 ersetzt man durch die besonders konstruierten Projektionsokulare 2 und 4, welche ein ebeneres, besser ausgeglichenes Bild geben und darum auch für Mikrophotographie (s. d.) Verwendung finden.

Die sonst am Mikroskop benutzten Objektive eignen sich allein, ohne Okular, zur Projektion nicht. Man hat für solche Zwecke jetzt sog. „Mikrosummare" eingeführt, welche mehr den photographischen Objektiven gleichen, doch wie andere Objektive an das untere Tubusende angeschraubt werden. Sie werden in verschiedenen Brennweiten ausgeführt, nach Art photographischer Objektive mit Irisblende versehen. Die schwächsten von ihnen haben ein so großes Gesichtsfeld, daß dasselbe nur bei einem Tubus von besonderer Weite, wie ihn nur die größten Stative (Abb. 218) haben, voll ausgenutzt werden kann.

Um Bilder, durchsichtige oder undurchsichtige, oder makroskopische Objekte zu projizieren, bedient man sich größerer Objektivsysteme, die den photographischen Objektiven gleichen; chromatische und sphärische Korrektion, Ebnung des Gesichtsfeldes sind auch hier Bedingung.

Die verschiedenen größeren und kleineren Projektionsapparate können hier nicht im einzelnen beschrieben werden. Das Vollendetste leisten die als „Epidiaskop" bezeichneten Apparate. Mit ihnen kann man Projektionen ausführen:

1. an mikroskopischen Objekten, mit dem Mikroskoptubus und -tisch, mit oder ohne Okular,

2. an durchsichtigen Bildern, Glasphotographien, Lumièreplatten usw.,

3. an Bildern auf Papier oder dgl., wie an allen vorkommenden Objekten überhaupt, selbst an körperlichen Objekten, die bei großer Tiefe der Abbildung doch mit aller Schärfe herauskommen.

Die Apparate sind so praktisch gebaut, daß man im Nu, mit wenigen Handgriffen, den Mechanismus umstellen kann, um von einer Projektionsart zur andern überzugehen. Eine große Bogenlampe als Lichtquelle ist unentbehrlich.

Der Projektionsapparat hat bekanntlich eine ungeheure Bedeutung für Unterrichts- und Vortragszwecke gewonnen; auch kinematographische Vorführungen über Wachstums- oder Bewegungsvorgänge, Zellteilungen usw. sind äußerst lehrreich.

Die Auswahl eines Mikroskopes.

Bei Anschaffung eines Mikroskopes sind die beiden Hauptfragen miteinander in Einklang zu bringen: was soll das Instrument leisten? und: wieviel Mittel stehen zur Verfügung?

Mikroskope, die hinsichtlich der Vergrößerungen und der mechanischen Ausstattung ungefähr das gleiche bieten, kann man in sehr verschiedenen Preislagen haben; wer nur bestimmte Untersuchungen von mittlerer Feinheit auszuführen hat, wird naturgemäß mit billigerer Ware auskommen können, für subtilste Arbeiten ist nur das Beste gut genug. Wer billig kauft, leistet damit auf höhere Genauigkeit der mechanischen Ausführung wie auf gewisse Vorzüge des mikroskopischen Bildes: Umfang des Gesichtsfeldes, Sehtiefe, Exaktheit der Abbildung, möglichste Farbenreinheit usw. Verzicht.

Wer mit dem Mikroskop nicht schon gut Bescheid weiß, sollte sich niemals allein ein Instrument bestellen, sondern einen erfahrenen Mikroskopiker zu Rate ziehen, ev. diesen auch um Vermittlung der Bestellung bitten. Auch wende man sich, wenigstens für bessere Instrumente, stets direkt an die Werkstätte selbst und ziehe deren neueste Preisliste zu Rate.

Man lege soviel, als die Mittel irgend erlauben, für das Stativ an; Zubehör aller Art läßt sich nachträglich hinzukaufen, das einmal gewählte Stativ bleibt! Doch wird es Fälle geben, in denen man besser am Stativ spart, um dafür alsbald ein recht gutes Objektiv kaufen zu können. Die Zahl der Objektive wird man je nach Bedarf einrichten, mindestens für den Anfang wird man mit zweien auskommen, einem schwachen, das mit dem „Arbeitsokular" — so nennt man ein Okular von relativ geringer Eigenvergrößerung, meist das zweite von unten — etwa 30- bis 50fache, und einem starken, das etwa 250- bis 400fache Vergrößerung gibt, die erstere für Übersichtsbilder und zum „Suchen", die letztere für Zellen- usw. Studien. Ich habe es praktisch gefunden, mit dem Trockensystem so hoch als angängig in der Vergrößerung hinaufzugehen, um das immer etwas umständlichere Arbeiten mit Ölimmersion tunlichst einzuschränken. Eine allen Ansprüchen genügende Zusammenstellung wäre also: ein schwaches, ein mittelstarkes, ein starkes Trockensystem und eines für homogene Immersion.

Wer auch auf seinen Ferienreisen oder sonst außerhalb seines Wohnortes ein Mikroskop mitführen will, der wird gut tun, sich ein „Reisemikroskop" anzuschaffen, die von verschiedenen Firmen angeboten werden. Es sind zusammenklappbare, auf engen Raum eingeschlossene Stative, in verschiedenen Ausführungen und Preislagen; Okulare, Objektive usw. sind die gleichen wie sonst. Beim Arbeiten sind sie wegen ihrer leichteren Bauart etwas vorsichtiger zu behandeln als die gewöhnlichen Stative. Vgl. übrigens oben S. 359 über „Handmikroskope".

Zwei Dinge sollten gerade auch an Anfängermikroskopen vorhanden sein, auf welche man, meistens wohl der Not gehorchend, häufig Verzicht leistet: die „grobe Einstellung durch Zahn und Trieb" und der „Revolver" (s. oben S. 358 und 369). Das Verschieben des Tubus in der Hülse kann gerade beim Ungeübten für das Deckglas, das Präparat, selbst für das Objektiv verhängnisvoll werden, und ebenso gibt der unvermeidliche Wechsel der Objektive dem Anfänger nur zu oft und zu leichte Gelegenheit, Präparat oder Objektiv zu beschädigen, wenn er das — übrigens auch sehr zeitraubende — Ab- und Anschrauben vornehmen soll. — Beim Ankauf eines Revolvers vergewissere man sich, ob die Fassungen der Objektive in bezug auf deren Brennweiten derart ausgeglichen sind, daß beim Herumklappen alsbald wieder die richtige Einstellung da ist — andernfalls muß durch Zwischenstücke abgeholfen werden, sonst gibt es immer noch Zeitverluste und Gefahr der Beschädigung. Der Revolver ist übrigens handlicher als der Schlittenobjektivwechsler (vgl. S. 369), der nur für bestimmte Fälle vorzuziehen ist.

Auch ein Kondensor, selbst von einfachster Konstruktion, ist dringend anzuraten, weil er das Arbeiten bei minder günstiger Beleuchtung und vermöge seiner Irisblende eine genaue Regulierung der Helligkeit ermöglicht. Hier sei beiläufig bemerkt: viele Anfänger neigen dazu, mit möglichst enger Blende zu arbeiten — ein sicheres Mittel, um sich mit der Zeit die Augen zu verderben!

Ein umlegbares Stativ kann von Vorteil sein, wenn man unter wenig günstigen Verhältnissen Tageslicht ausnützen will.

Zusammenstellungen können nur ganz allgemein gegeben werden, um einen gewissen Anhalt zu liefern für das, was man für eine bestimmte Summe Geldes haben kann. In Einzelfällen wird man von solcher Aufstellung oft genug abweichen müssen. Wir verzeichnen

hier nur Mikroskope für wissenschaftliche Arbeiten, die ganz einfachen „Trichinen"- u. a. Mikroskope übergehen wir.[1])

Einfachste Mikroskope in billigster Ausführung, Tubus in Schiebhülse, ohne Revolver und Kondensor, mit einem Okular und zwei Objektiven:

Leitz. Stativ V (S. 359, Abb. 222), mit Blendscheibe, Okular II, Objektive 3, 7. Vergrößerung 62, 375. Preis 70 *M.*

Meßter. St. XII, Ok. II, Obj. 3, 7, Vergr.[2]) 44 und 88, 350. Preis 54 *M.*

Reichert. St. V, Blsch., Ok. II, Obj. 3 und 7a, Vergr. 60, 335. Preis 70 *M.*

Seibert. St. 7, Zylinderblende, Ok. 1, Obj. 2, 5, Vergr. 71, 300. Preis 83 *M.*

Wächter. St. IV, Blsch, Ok. 2, Obj. 3, 7, Vergr. 50, 260. Preis 70 *M.*

Winkel. St. 9, Zylbl., Ok. 2, Obj. 2, 5, Vergr. 53, 280. Preis 99 *M.*

Zeiß. St. IX[3]), Einlegeblende, Ok. 2, Obj. A, D, Vergr. 56, 220. Preis 111 *M.*

Durch Zukauf eines stärker vergrößernden Okulares (Preis 5 bis 6 *M*) kann man die angegebenen Vergrößerungen ungefähr verdoppeln. Allzu starke Okularvergrößerung ist unpraktisch!

Kleinere Mikroskope, jedoch mit Zahn und Trieb und mit zweiteiligem Revolver, meist mit Auszugtubus (vgl. S. 358), Okulare und Objektive wie oben.

Leitz. St. III, Blsch. Preis 115 *M.*

Meßter. St. VIII, Blsch. Preis 84,50 *M.*

Reichert. St. VIII. Preis 135 *M.*

Seibert. St. 6A oder 6B, Zylbl. oder Blsch. Preis 118 *M.*

Voigtländer. St. V, Ok. 2, Obj. 24, 4, Vergr. 47, 340. Preis 131 *M.*

Zeiß. St. VA, mit besonders großem rundem Tisch (S. 358, Abb. 220), Zylbl. Preis 176 *M.*

Dieselben optischen usw. Teile, jedoch mit umlegbarem Stativ.

Leitz. St. IIb, Zylbl. oder Blsch. Preis 120 *M.*

Meßter. St. VI, Zylbl. Preis 114,50 *M.*

Reichert. St. VI, Zylbl. oder Blsch. Preis 140 *M.*

Seibert. St. 6D, Zylbl. Preis 148 *M.*

Voigtländer. St. IVa, Iris-Zylbl. Preis 161 *M.*

Wächter. St. IVa, Zylbl. Preis 120 *M.*

Winkel. St. 4, Iris-Zylbl. Preis 139 *M.*

Zeiß. St. VIa, Zylbl. Preis 206 *M.*

An letzteren Stativen kann ein kleiner oder mittlerer Kondensor („vereinfachter Abbe", vgl. S. 363) angebracht werden; Preis 20 bis 30 *M.*

---

1) Sitz bzw. Zweiggeschäfte der genannten Firmen:

C. Hartnack, Potsdam.

Ernst Leitz, Wetzlar (Berlin, Frankfurt a. M., London, St. Petersburg, Neuyork, Chikago).

Ed. Meßter, Berlin.

C. Reichert, Wien (Budapest, Prag).

W. u. H. Seibert, Wetzlar.

Voigtländer u. Sohn, Braunschweig.

Paul Wächter, Berlin-Friedenau.

R. Winkel, Göttingen.

Carl Zeiß, Jena (Berlin, Hamburg, Frankfurt a. M., Wien, London, St. Petersburg).

2) Objektiv 3 ist zum Auseinanderschrauben eingerichtet und gibt somit zwei Vergrößerungen; vgl. S. 360.

3) Dieses Stativ besitzt zwar nur Zahn und Trieb, keine Mikrometerschraube, erlaubt aber feine Einstellung mit den angegebenen Objektiven.

Größere Stative, umlegbar, mit Abbeschem Beleuchtungsapparat und dreh- und zentrierbarem Tisch, mit zwei Okularen und drei achromatischen Objektiven, ohne Immersion, und dreiteiligem Revolver.

Hartnack. St. IV B, Ok. 2, 4, Obj. 3a, 6, 9, Vergr. 50, 100, 200, 400, 500, 1000. Preis 261,50 *M*.

Leitz. St. C, Ok. I, IV, Obj. 3, 6a, 9 mit Korrektionsfassung (vgl. S. 360), Vergr. 51, 103, 220, 426, 440, 852. Preis 380 *M*.

Meßter. St. III, Ok. II, IV, Obj. 3, 6, 9, Vergr. 44 (88), 75 (150), 175, 300, 450, 800. Preis 254 *M*.

Reichert. St. B, Ok. I, IV, Obj. 3, 6, 8a, Vergr. 50, 95, 180, 310, 375, 640. Preis 337 *M*.

Seibert. St. 3, Ok. 1, 3, Obj. 1, 4, 6b m. Korr., Vergr. 43, 86, 171, 342, 580, 1160. Preis 340 *M*.

Voigtländer. St. II, Ok. 1, 3, Obj. 24, 6, 27, Vergr. 35, 58, 155, 260, 370, 620. Preis 340 *M*.

Wächter. St. I, Ok. 2, 4, Obj. 3, 6, 9, Vergr. 50, 95, 210, 390, 510, 950. Preis 318 *M*.

Winkel. St. 1e, Ok. 2, 4, Obj. 2, 6, 9, Vergr. 53, 104, 280, 550, 560, 1100. Preis 363 *M*.

Zeiß. St. IV D, Ok. 2, 4, Obj. A, D, F m Korr., Vergr. 56, 97, 220, 390, 520, 930. Preis 442 *M*.

Ersetzen wir an letzteren Instrumenten das stärkste Trockensystem durch ein Achromat für homogene (Öl-) Immersion, so stellen sich die Preise wie folgt:

Hartnack. Obj. 1/12, Vergr. 500, 1000. 301,50 *M*.

Leitz. Obj. 1/12, Vergr. 525, 1050. 395 *M* (Fluoritsystem 1/12a um 30 *M* mehr).

Meßter. Obj. 1/12, Vergr. 600, 1050. 291,50 *M*.

Reichert. Obj. 16b (1/12), Vergr. 400, 760. 385 *M*.

Seibert. Obj. 1/12, Vergr. 610, 1220. 365 *M*.

Voigtländer. Obj. 2,0, Vergr. 670, 1010. 408 *M*.

Wächter. Obj. 1/12, Vergr. 580, 970. 360 *M*.

Winkel. Obj. 1, 8, Vergr. 550, 1100. 393 *M*.

Zeiß. Obj. 1/12, Vergr. 530, 940. 472 *M*.

Diese Objektive lassen sich, wie übrigens alle guten Trockensysteme von höherer Apertur, vorteilhaft auch mit Kompensationsokularen (s. o.) benützen, sie sind lichtstark genug, um eine bedeutende Okularvergrößerung zu vertragen. Das Objektiv 1/12 gibt z. B. mit K.-Ok. 8 oder 12 Vergrößerungen von 1040 bzw. 1560. Der Preis dieser Okulare stellt sich auf je 25 oder 30 *M*.

Zu obigen Zusammenstellungen sei noch bemerkt: Angegeben ist immer der billigste Preis, zu welchem ein Instrument von den betreffenden Eigenschaften zu haben ist; alle genannten Firmen führen auch noch bessere, größere Stative.

Unterschiede in den Vergrößerungen beruhen z. T. darauf, daß die Okulare der verschiedenen Firmen nicht übereinstimmen. Bei den Preisen ist außer dem schon oben Gesagten und außer dem „Preis der Firma" in Betracht zu ziehen, daß die Stative in den einzelnen Teilen mancherlei Abweichungen zeigen, so daß eine absolut vergleichbare Aufstellung nicht möglich ist.

Die vorwiegend für Mikrophotographie zu verwendenden Apochromate sind durch sehr hohe Preise ausgezeichnet; es kosten z. B.: bei Zeiß die Objektive 3 und 2, für homogene

Immersion, bei Apertur 1,30 300 *M*, bei Ap. 1,40 400 *M* das Stück. Leitz liefert die Systeme 2 zu 250 bzw. 325 *M*. Die Trockensysteme 16, 8, 4, 3 kosten bei Zeiß 80, 100, 140, 160, bei Leitz 60, 80, 120, 130 *M*.

Ein geeigneter Kasten, bei größeren Stativen ein Schränkchen aus poliertem Mahagoni- oder Erlenholz, ist in den Preisen der Stative mit inbegriffen.

Preise einiger Nebenapparate:

„Kreuztische" 60 bis 120 *M*.

Zeichenokular oder Zeichenprisma 20 bis 25 *M*.

Zeichenapparat nach Abbe, je nach Ausführung 30 bis 60 *M*.

Meßokular 16 bis 18 *M*.

Zeigerdoppelokular (Leitz) 55 *M*.

Bildumkehrendes Prisma 18 bis 25 *M*.

Polarisationsapparate ohne Teilkreis 40 bis 45 *M*, mit Teilkreis 58 bis 60 *M*.

Elektrischer Objekttisch (Leitz) 25 *M*.

Heizbare Objekttische 20 bis 35 *M*.

Aufstellung und Prüfung des Mikroskopes.

Wir entnehmen vorsichtig das Instrument seinem Behälter, es stets nur an der Säule, unter dem Tisch anfassend (manche neuere Stative sind mit einem sehr praktischen Handgriff ausgestattet) und stellen es am besten auf einem Tisch nahe dem Fenster auf, die Schenkel des Hufeisens dem Licht zugekehrt. Wollen wir eine künstliche Lichtquelle benützen, so bringen wir diese in bequeme Entfernung, so weit, daß die etwa entwickelte Wärme uns nicht lästig wird. Es empfiehlt sich, eine Schusterkugel (s. o. S. 365) zwischen Lampe und Spiegel zu bringen; wir orientieren die Kugel so, daß ein möglichst gleichmäßiger und heller Schein auf den Spiegel fällt; ob das der Fall, sieht man einem gleichgroßen Papierscheibchen, das man auf den Spiegel legt. Wir schrauben zunächst ein schwaches Objektiv am unteren Tubusende ein; hat das Instrument einen Revolver, so bringen wir gleich zwei oder mehr Objektive an, schalten aber das schwächste zur Beobachtung ein. Nun kommt es vor allem darauf an, den Spiegel in die richtige Lage zu bringen. Er muß sich zunächst immer genau in der Mittellinie des Mikroskopes befinden und dann so gedreht werden, daß man, aus einiger Entfernung von oben, ohne Okular, in den Tubus sehend, eine gleichmäßig erleuchtete helle Scheibe wahrnimmt; je stärker das Objektiv, desto kleiner erscheint dieses Scheibchen. Ist das Fenster klein oder der sichtbare Himmel durch Gebäude oder Bäume eingeengt, so wird häufig ein Umlegen des Statives bis etwa 45° nötig sein. Blenden werden vorläufig nicht angebracht, eine etwa vorhandene Irisblende wird mäßig weit geöffnet. Haben wir die günstigste Beleuchtung gefunden, so setzen wir das Okular (von mehreren das schwächste) auf, und bringen nun ein Präparat auf den Objekttisch; wir wählen dazu eines der alsbald zu erwähnenden käuflichen Testpräparate, können uns aber zur Not auch mit einem leicht selbst herzustellenden: Stärkekörner der Kartoffelknolle (vgl. S. 87) behelfen; die eigenartige „Schichtung" der Amylumkörner ist auch wohl geeignet, in der Klarheit ihrer Abbildung einen Schluß auf die Güte der Linsen zu gestatten, nur gehört hier zu einem Urteil schon recht viel Übung im mikroskopischen Sehen.

Ein gutes Testobjekt für mittlere Objektive gewähren die Flügelschuppen des Schmetterlings *Epinephele (Hipparchia) janira*, „Kuhauge"; das Weibchen gibt geeignetere Objekte als das Männchen. Wir können uns das Präparat auch selbst herstellen, indem wir mit einem



Abb. 249. Flügelschuppe von *Epinephele janira*. (Aus Hager-Mez, Mikroskop).

feinen Messerchen oder einer Lanzettnadel etwas von dem Flügelstaub abschaben und (vgl. o. S. 104) in Kanadabalsam einschließen.

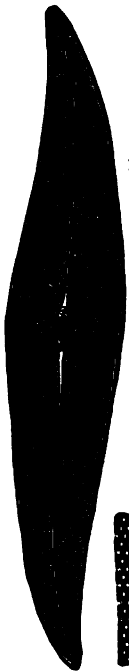
Wir bringen das Präparat so auf den Tisch des Mikroskopes, daß es mitten aufliegt, klemmen es mittels der Klammern fest und bringen die Frontlinse des Objektives in etwa $^1/_2$ bis 1 cm Entfernung vom Deckglas. Nun sehen wir ins Mikroskop hinein, wo wir zunächst wohl nichts wahrnehmen werden als eine scharf begrenzte, helle, kreisförmige Fläche: das Gesichtsfeld, entsprechend der Blendenöffnung im Okular (vgl. o. S. 350). Wir ziehen oder kurbeln jetzt den Tubus zunächst etwas nach oben; erscheint noch kein Bild des Gegenstandes, so gehen wir vorsichtig (!) nach unten, bis ein Bild des Objektes (Abb. 249) auftaucht. Nun können wir bei einigem Geschick ohne Mikrometerschraube die „feine Einstellung" erhalten, bei welcher wir die Schüppchen völlig scharf begrenzt sehen. Bei schwacher Vergrößerung (40- bis 50fach) muß eine feine Längsstreifung auf den Schüppchen zu sehen sein.

Nachdem wir ein besonders geeignet scheinendes Objekt möglichst genau in die Mitte des Sehfeldes gebracht, gehen wir zu einem stärkeren Objektiv über. Hat das Instrument Revolver, so ist das äußerst einfach; andernfalls müssen wir den Tubus ein wenig heben, dann das System abschrauben, stets mit beiden Händen, damit es nicht auf das Präparat herunterfällt. Nun schrauben wir das stärkere System an. Wir halten es möglichst senkrecht unter den Tubus und drehen erst die Schraube „auf", bis ein leichtes Knacken anzeigt, daß die beiderseitigen Schraubengänge sich gefaßt haben, dann erst schrauben wir „zu". Macht sich nach einer Umdrehung ein Widerstand bemerkbar, so drehen wir sofort zurück und beginnen den Versuch von neuem.

Sodann senken wir, seitlich auf das Objektiv sehend, den Tubus vorsichtig (!) so weit, bis die Frontlinse das Deckglas nahezu berührt. Dann schauen wir in das Mikroskop hinein und gehen sehr langsam mit dem Tubus hinauf, bis das Objekt wieder erscheint, zunächst verschwommen — die feine Einstellung bewirken wir mit der Mikrometerschraube; sobald beim Bewegen derselben das Präparat noch undeutlicher wird, vollführen wir die entgegengesetzte Bewegung, bis die schärfste Abbildung erreicht ist. Vielleicht wird es noch nicht ohne weiteres gelingen, das Bild wirklich deutlich zu sehen, dann ist wahrscheinlich die zu weite Öffnung des vom Spiegel gelieferten Beleuchtungskegels daran schuldig; wir engen diesen also mittels der Blendungsscheibe, der Zylinderblende oder durch Zuziehen der Irisblende so weit ein, bis das Bild am deutlichsten erscheint, wählen aber stets diejenige Weite der Öffnung, bei welcher das deutliche Bild am hellsten ist; sonst schädigen wir unsere Augen.

Für das mikroskopische Arbeiten ist es von Wichtigkeit, möglichst beide Augen abwechselnd zu benützen, und das z. B. nicht benützte Auge nicht zu schließen; anfangs macht es ja Schwierigkeit, das mikroskopische Bild trotzdem deutlich zu sehen, aber bald lernt man es, auf letzteres die Aufmerksamkeit so zu konzentrieren, daß das unbenützte Auge unserem Bewußtsein gar kein Bild übermittelt. Es ist eine ausgezeichnete Übung, den Willen zu sehen abwechselnd auf die beiden Augen zu lenken; jetzt sieht das eine Auge das mikroskopische Bild, jetzt das andere die seitliche Umgebung des Instrumentes, jetzt wieder wie zuerst, usf.

Nun zu unserem Präparat zurück. Von Wichtigkeit ist, daß das Objekt, das wir mit schwachem System in die Mitte des Sehfeldes eingestellt haben, in der starken Vergrößerung wieder erscheint, auch wieder möglichst zentriert. Auch ein guter Revolver soll das leisten.


1:325

Von etwa 150facher Vergrößerung ab (bei schwachem Okular, weil, wie oben dargelegt, die Auflösung feiner Strukturen nur von der Güte des Objektives abhängig ist) müssen zu den Längsstreifen sehr feine Querstreifen treten, die bei stärkerer Vergrößerung immer deutlicher werden. Erst bei etwa 800facher Vergrößerung gelingt es, die Längsstreifen verdoppelt und zwischen ihnen kleine Knötchen zu sehen, während gleichzeitig die Querstreifen sich in Reihen winziger Pünktchen auflösen.

Sehr feine Testobjekte geben die Kieselschalen mancher Diatomeen. Viel in Gebrauch ist *Pleurosigma angulatum*. Die schwach S-förmig gekrümmte Schale zeigt von 250facher Vergrößerung an eine äußerst feine, an Bienenwaben erinnernde Zeichnung (Abb. 250), die sich durch sehr starke Objektive, Apochromate mit Ölimmersion, in ein System von runden Pünktchen, die wohl Vertiefungen in der Schalenwand darstellen, auflösen läßt. Die Anordnung unter Winkeln von fast genau 60° ergibt das Bild dreier sich kreuzender Streifungen. Diese sind vorzüglich geeignet, die Wirkung schiefer Beleuchtung zu beobachten. Verfügen wir über den Abbeschen Beleuchtungsapparat, so stellen wir mittels Zahnrad den Blendenträger exzentrisch und drehen denselben nun um die Achse des Mikroskopes, so die schiefe Beleuchtung von allen Seiten wirkend lassend; hat das Instrument drehbaren Objekttisch, so kann man auch mit diesem die Drehung ausführen. Dann sieht man, am besten bei einem Objektiv, das bei gerade durchfallendem Licht die Streifung noch nicht oder eben erst zeigt, stets eine feine Streifung in der Richtung, welche zum Lichteinfall senkrecht steht. Ohne „Abbe" kann man schiefe Beleuchtung erhalten, indem man den Spiegel exzentrisch stellt oder zur Hälfte mit schwarzem Papier verdeckt.

1:1900

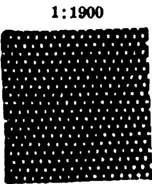


Abb. 250. *Pleurosigma angulatum*. (Aus Hager-Mez, Mikroskop).

Noch feinere Objekte, für stärkste Systeme von hoher Apertur, sind die Diatomeen *Surinella gemma* und *Amphipleura pellucida*; ein Objektiv, das die äußerst subtile Streifung der letzteren bei zentraler Beleuchtung (bei schiefer ist es weit weniger schwierig) deutlich zeigt, darf als vortrefflich bezeichnet werden.

Uns interessiert aber nicht nur die Schärfe, sondern auch die, sagen wir, geometrische Richtigkeit des mikroskopischen Bildes. Bringen wir ein Mikrometer, ein sehr feines System paralleler Linien, oder ein Netzmikrometer als Objekt unter das Mikroskop, so sollen dessen Linien auch an den Rändern des Gesichtsfeldes gerade erscheinen; sind sie nach außen oder nach innen gekrümmt, dann ist die Vergrößerung am Rande stärker oder schwächer als in der Mitte.

Die sogenannte Wölbung des Sehfeldes bei stärksten Vergrößerungen, der Umstand, daß man nach Einstellung auf die Mitte den Tubus ein wenig senken muß, um auch in den äußeren Teilen des Feldes, bei einem ebenen Präparat, deutlich zu sehen, ist unvermeidlich und kaum störend — zumal es sowieso eine der Grundregeln beim Mikroskopieren ist, ständig sehr feine Bewegungen mittels der Mikrometerschraube auszuführen und das Bild so gewissermaßen zu durchbringen.

Verschiebt sich das Bild beim Gebrauch der Mikrometerschraube, so ist diese verbogen, und das Instrument muß zur Reparatur gegeben werden, am besten bei derjenigen Firma, die dasselbe hergestellt hat.

Bisher haben wir nur mit Trockensystemen beobachtet; nun zur Anwendung der Immersion. Daß die kostbaren Objektive auch sehr vorsichtige Behandlung verlangen, ver-


Abb. 251 u. 252. Fläschchen für Immersionsöl.

steht sich von selbst. Geeignete Objekte sind die drei obengenannten Diatomeen. Wir verfahren wie oben, nur daß wir, ehe wir das Objektiv dem Präparat nähern, auf das Deckglas einen Tropfen des Immersionsöles (eingedicktes Zedernholzöl) bringen, in welchen wir die Frontlinse eintauchen lassen; wir bringen letztere sehr nahe an das Deckglas heran, vermeiden aber sorgfältigst jede Berührung. Haben wir wie oben die richtige Einstellung gefunden, so ist das Sehen an sich nicht anders als mit dem Trockensystem, nur daß das Bild viel heller und schärfer erscheint. Konnten wir uns vorher überzeugen, daß das Bild durch Verwendung eines stärkeren Okulars zum Trockensystem zwar größer, aber nicht eigentlich besser wird, so sehen wir jetzt mit einem stärkeren (am besten Kompensations-)Okular tatsächlich mehr: es gehört eine starke Okularvergrößerung dazu, um alles das herauszuholen, was in dem vom Immersionsobjektiv entworfenen Bild drinsteckt, oder mit anderen Worten, um dessen „auflösende Kraft" voll zur Geltung zu bringen.

Das Zedernholzöl darf an der Frontlinse nicht eintrocknen; ehe wir das Mikroskop beiseite stellen, tupfen wir mit einem trockenen Wattebäuschchen, sodann mit einem zweiten, das mit gewöhnlichem Benzin[1]) befeuchtet ist, die Frontlinse (wie auch die benutzten Präparate) ab. Zu diesem Zweck bewahren wir uns stets etwas feine, weiße Watte möglichst staubfrei auf. Auch das Öl bewahren wir sorgfältig vor dem Verstauben, vermeiden auch, das Fläschchen (geeignete Modelle s. Abb. 251, 252) zu schütteln, weil sonst Luftblasen in das Öl gelangen, welche ungemein störend wirken, wenn sie zwischen Objektiv und Präparat geraten.

Ein ausgezeichnet ersonnenes Objekt für die Prüfung des Mikroskopes ist die „Abbesche Testplatte". In eine undurchsichtige, bei durchfallendem Licht also schwarz erscheinende Silberschicht sind feine Linien, mit etwas gezackten Rändern, eingeritzt. Auf diese stellt man scharf ein, bei derjenigen Deckglasdicke, für welche das Objektiv am genauesten korrigiert ist. Nun dürfen keine besonders auffallenden Farbensäume sichtbar werden (chromatische Korrektion), und es darf beim Übergang von gerader zu schiefer Beleuchtung keine Änderung der feinen Einstellung nötig werden (sphärische Korrektion). Näheres hierüber in der Preisliste und der betreffenden Druckschrift der Firma Zeiß. Dieselbe liefert auch ein „Apertometer" nach Abbe, mittels dessen Öffnungswinkel und numerische Apertur jedes Objektivs genau bestimmt werden kann.

Behandlung des Mikroskopes.

Das Mikroskop, auch das wohlfeilste, ist ein Präzisionsinstrument und will dementsprechend behandelt sein; es ist „kein Instrument zum Holzhacken", und mechanische Beschädigungen sind nur schwer zu heilen. Betreffs nötiger Reparaturen vgl. die Bemerkung auf voriger Seite Z. 3 v. u.

Wichtig ist es, das Mikroskop vor Staub zu schützen, niemals lasse man es unbenutzt offen stehen. Den meisten Mikroskopen, mindestens mittleren und großen, sind jetzt Schränkchen beigegeben, in welchen das Instrument aufrecht stehen kann, ev. sogar mit Revolver und Objektiven, die man also nicht jedesmal abzuschrauben braucht. Praktisch ist es auch, das Instrument mit einer geräumigen Glasglocke zu bedecken (mit Vorsicht, um nicht an die am Revolver angeschraubten Objektive oder andere hervorstehende Teile anzustoßen), und es nur für mehrtägige oder längere Pausen in den Schrank einzustellen. Zum Abstauben des In-

1) Alkohol und Xylol sind zu vermeiden!

strumentes benutze man einen breiten, weichen Pinsel. Stets lasse man ein Okular aufgesteckt; auf dieses fallender Staub ist leicht zu entfernen, gelangt er aber in den Tubus, so fällt er leicht auch auf die oberste Linse des Objektivs. Um diese abzustauben, bedient man sich eines Hölzchens, dessen Spitze dicht mit feiner, staubfreier Watte umwickelt ist. Ob eine Trübung des Bildes im Okular ihre Ursache hat, erkennt man, wenn man, ins Mikroskop schauend, das Okular dreht; Trübungen auf den Innenflächen der Okularlinsen entfernt man nach vorsichtigem Abschrauben mit weicher, sauberer Leinwand, die staubfrei aufzubewahren ist. Alles Schrauben am Mikroskop geschehe leicht, ohne starken Druck, um die Schrauben nicht zu überdrehen. Vor einem Auseinanderschrauben der Objektive seien Anfänger nochmals dringend gewarnt. Verunreinigungen der obersten und der untersten Linsenfläche erkennt man am besten mittels einer Lupe. Trübungen im Objektiv, die nicht der obersten oder der untersten Linsenfläche des Systemes anhaften, sind meistens schwererer Art; das System ist der Firma, von welcher es stammt, zur Reparatur zu übergeben; diese letztere wird in der Regel leichter von statten gehen, wenn wir selbst es vermieden haben, das System auseinanderzuschrauben.

Zahn und Trieb, vielleicht auch die Mikrometerschraube wird man zuweilen einmal etwas einfetten müssen, dann mit einer ganz geringen Spur feinsten Knochenöles. Haben wir nur einen Tubus in Schiebhülse, so ölen wir auch diese beiden Teile zuweilen einmal ein, wischen aber das Öl bald wieder mit einem feinen Tuche ab, so daß nur ein ganz geringer Hauch haften bleibt.

Besondere Sorgfalt erfordert die Mikrometerschraube. Spüren wir in der Bewegung einen leisen Widerstand, so hören wir sofort zu drehen auf, weil dann die Schraube gewöhnlich eines ihrer Enden erreicht hat, also nur noch nach einer Seite wirken kann. Man schraubt dann, ev. nach Hebung des Tubus, bis in die Mitte der Schraube zurück, und sucht dann erst wieder die grobe, sodann mit der Mikrometerschraube die feine Einstellung. Überhaupt gewöhne man sich frühzeitig, so genau als irgend möglich ohne die Mikrometerschraube einzustellen, um mit dieser nur noch ganz geringe Bewegungen ausführen zu müssen.

Photographie.

Von Prof. Dr. Benno Wandolleck, Dresden.

Allgemeines.

Wenn ich hier in diesem Buche die Photographie abhandle, so will ich damit nicht nur einen Leitfaden geben, nicht nur ein Nachschlagebuch, sondern ich habe dabei auch ganz besonders die Absicht, zur Ausübung der Photographie anzuregen. Diese für jeden Naturwissenschaftler so unbedingt notwendige Technik wird trotz ihres scheinbar riesenhaften Aufschwunges noch viel zu wenig ausgeübt. Mit dem Worte Ausüben meine ich allerdings nicht das in so weiten Kreisen höchst beliebte „Knipsen", sondern eine ernste, zielbewußte, sich in dem Spezialfach des einzelnen betätigende Ausübung. Wer das Glück hatte, die internationale Ausstellung für Photographie in Dresden zu sehen, dem wird wohl auch der „Clou" dieser Ausstellung, die wissenschaftliche Abteilung, noch im Gedächtnis sein. Trotz der Unterbringung in wenig guten Räumen gab sie eine glänzende Übersicht dessen, was bis dahin geleistet worden, eine Übersicht der Anwendungsmöglichkeiten in den wissenschaftlichen Disziplinen. Es muß dabei betont werden, daß noch viele Vorzügliches Leistende der Ausstellung fern geblieben waren, und da mußte man doch sagen, viel ist geleistet worden, aber noch viel ist zu erreichen, und jeder, der die Photographie in seinem Fache ernst und zielbewußt ausübt, kann sie weiter ausbauen. Dazu anzuregen, soll auch, wie schon gesagt, der Zweck dieser Abhandlung sein.

Es waren alle ursprünglich Liebhaberphotographen, die auf jener Ausstellung ihre Erfolge zeigten, und Liebhaberphotograph ist ja heute fast jeder, er baue nur diese Betätigung für sein Fach aus und strebe weniger jener überall laut gepredigten künstlerischen Photographie nach, die zu erreichen nur wenigen beschieden ist.

Ich lernte die Photographie bei einem Gymnasiallehrer, dessen Namen in der wissenschaftlichen Photographie einer der angesehensten ist, bei Prof. Zettnow. Ein ausgezeichneter Chemiker und Bakteriolog ist er in allen photographischen Fächern heimisch. Er hatte sich vollkommen selbständig gemacht und goß sich sogar seine Platten selbst. Bei seiner durchdachten vollendeten Einrichtung war das gar nicht so umständlich und hatte den ganz unschätzbaren Vorteil, daß nie eine schlechte oder fehlerhafte Platte zur Verarbeitung kommen konnte. Wenn ich auch dazu hier nicht anregen will, nicht jeder hat die Gelegenheit und kann und will sich die Zeit dazu nehmen, ich selbst habe ja dies mein Ideal auch nicht erreicht, so will ich das aber nur damit betonen, daß man sich in allen den Dingen emanzipieren soll, die man sich selbst gut und wirtschaftlich herstellen kann. Das sind alle die Lösungen und Bäder, die bei den photographischen Prozessen verwendet werden.

Bei diesen meinen Ausführungen will ich nun von den elementaren Dingen absehen, ich will weder das allgemein Optische noch das Mechanische bringen, auch mich nicht über die Chemie der Photographie auslassen, wer das sucht, den verweise ich auf die allgemeinen Handbücher für Photographie. Dabei ist es auch selbstverständlich, daß ich mich nicht mit der allgemeinen Amateurphotographie und ihren Mitteln aufhalten werde, sondern nur mit der Anwendung der Photographie in der Wissenschaft. Es ist aber doch nötig, hier noch, wenn auch

in aller Kürze, einige Allgemeinheiten zu streifen. Es sind das Dinge, die sich aus der Praxis ergeben haben und die von mir selbst als gut befunden sind.

Entwickler.

Zahllos sind die Vorschriften für die Entwicklung, jeder neue Entwickler leistet Ungeheures, gleicht Über- und Unterbelichtungen aus, arbeitet klar, brillant, kurz tadellos, und wenn man ihn versucht, ist er nicht anders als die andern schon bekannten. Dabei wird man sehen, daß besonders immer auf schnelles Arbeiten und auf Unterbelichtung Rücksicht genommen wird, diese Dinge sind aber für uns gar nicht so wichtig. Für uns ist modulationsfähiger Entwickler die Hauptsache, und da kann ich mit bestem Gewissen einen von Zettnow zusammengestellten Entwickler empfehlen, der diese Eigenschaft in besonderem Maße besitzt, es ist der konzentrierte Pyroentwickler, den der genannte Autor in Eders Jahrbuch 1890 angegeben hat. Ihm ist auch noch der Vorteil der Billigkeit und, was für einen nicht unaufhörlich Knipsenden wichtig ist, der langen Haltbarkeit eigen. Gewisse Fehler hat jeder, warum nicht auch dieser Entwickler, sie sind aber nicht von großer Bedeutung. Das einmal gebrauchte Quantum kann nicht wieder benutzt werden, und beim Arbeiten werden die Fingerspitzen leicht braun. Das Wiederbenutzen von Entwicklerlösungen ist überhaupt, wenn man wichtige Aufnahmen hat und tadellose Erfolge wünscht, nicht rätlich, und über braune Fingerspitzen muß man sich schon hinwegsetzen. Man photographiert ja nicht unaufhörlich, und verdünnte Salzsäure ist imstande, die Bräunung ziemlich fortzuschaffen. Mancher wird diesen Entwickler vielleicht für unmodern halten, da er noch mit schwefligsaurem Natron angesetzt wird, ich habe aber mit modernen Entwicklern auch keine besseren Erfolge gehabt. Die Vorschrift lautet: „Erwärmt man 460 ccm dest. Wasser auf 60—80° C, fügt 10 ccm 50 %ige Essigsäure oder 5 ccm Eisessig hinzu, hierauf 200 g reines, durchscheinendes, nicht mit mehligem Überzuge versehenes schwefligsaures Natron, so löst sich dasselbe beim Umrühren unter Abkühlung der Flüssigkeit schnell auf, und nach Zusatz von 28 g Pyrogallol erhält man 600 ccm Lösung, doppelt so stark als nach der Ederschen Vorschrift. Diese Lösung hält sich, selbst in nur halbgefüllten, jedoch gut verschlossenen Flaschen, viele Monate lang. Für eine Platte von 13 × 18 gebraucht man 8 ccm derselben, 16 ccm Soda 1:10 und 24 ccm Wasser.“ Es muß also der Entwickler mit der doppelten Menge Sodalösung und mit der dreifachen Menge Wasser gemischt werden, 1:2:3. In dieser Mischung mit Wasser und Soda liegt nun die Abstufungsfähigkeit des Entwicklers. Hat man den Verdacht, überbelichtet zu haben, was gerade nach längerer Ausübung der Photographie und gerade bei unserer Betätigung sehr leicht vorkommen kann, so mischt man nur die Hälfte der Soda und stellt die andere Hälfte bereit, auch ein Zusatz von ungefähr drei Tropfen der gebräuchlichen Bromkalilösung (1:10) ist dann rätlich. Erscheint nun das Bild mit dieser Mischung zu der Zeit, zu der ein richtig exponiertes Bild auf dieser Plattensorte mit dem Vollentwickler erscheinen würde, so ist die Überbelichtung bewiesen und man kann dann seine Maßnahmen treffen. Erscheint es nicht, so kann man den Rest der Soda zusetzen, da annähernd richtig belichtet wurde.

Der Pyrosodaentwickler bräunt sehr leicht die Platten. Um diese Färbung zu zerstören, muß in einem sauren Fixierbade fixiert werden. „1 Teil unterschwefligsaures Natron, 3 Teile Wasser; auf 100 ccm der Lösung werden 10—15 ccm einer Lösung von doppeltschwefligsaurem Natron hinzugesetzt; man erhält die letztere leicht durch Lösen von 25 g schwefligsaurem Natron in 100 ccm Wasser und Versetzen mit 15 ccm Salzsäure von 1,12 spez. Gewicht.“

Ich bewahre den Entwickler in mehreren kleinen Flaschen gut verstöpselt auf und erziele damit eine noch längere Haltbarkeit. Das Fixierbad wird oft erneuert, auf diese elementare

Forderung muß ich doch hinweisen. Da die vollkommene Fixage nicht zu sehen ist, so ist es rätlich, mit möglichst frischem, gründlich und schnell arbeitendem Bade zu fixieren.

Es ist keine Frage, daß die sog. individuelle Entwicklung, d. h. die Entwicklung jeder einzelnen Platte für sich die besten Resultate zeitigen muß, aber das weiß jeder, der viel photographiert hat, sie ist mühsam und — langweilig. Wer schon einmal, zurückgekehrt von einer Reise, 70—100 Platten einzeln entwickelt hat, der hat sich wohl schon auch nach einem abkürzenden Verfahren gesehnt. Ein solches Verfahren gibt es nun allerdings, und es sind ihm vorzügliche Erfolge nicht abzusprechen, ich meine das Verfahren der Standentwicklung.

In ein einziges Gefäß werden zwölf oder gar mehr Platten auf einmal gestellt und zusammen entwickelt. Das Verfahren hat sehr viel Bestechendes, und es ist klar, daß man ihm auch Wunderdinge nachsagte. Jede Über- oder Unterbelichtung sollte es ausgleichen, und trotz der verschiedenartigen Expositionen der verschiedenen Platten sollten sich alle nachher als tadellos kopierende Negative darstellen. Diese Anschauung hat sogar dazu geführt, die Standentwicklung nach Zeit zu empfehlen. Die Platten werden eingelegt, das Gefäß geschlossen, durch eine Einfüllvorrichtung Entwickler hineingegossen. Nach einer bestimmten Zeit sind die Platten fertig, alle natürlich tadellos und können fixiert werden. Ja alle Manipulationen können in demselben Gefäß vorgenommen werden und ohne Dunkelkammer. In erster Linie ist vor diesem Rezept zu warnen. Die peinlichste Sauberkeit muß bei allen chemischen Prozessen der Hauptgrundsatz sein, und das leuchtet wohl jedem ein, daß das bei der Photographie, wo man den Prozeß nicht wiederholen kann, ganz besonders betont werden muß. Ein solches Verfahren hat mit Sauberkeit nichts zu tun. Etwas anderes ist es mit der Standentwicklung überhaupt. Sie ist eine äußerst bequeme und auch recht sichere Entwicklungsmethode, aber mehr auch nicht. Der Ausgleich falsch belichteter Platten ist recht gering, und nur, wenn man häufiger nachsieht, falsch belichtete Platten entfernt und besonders behandelt, erhält man befriedigende Resultate.

Das absolut ruhige Stehenlassen der Platten im Entwicklungsgefäß ist nicht günstig, daher sind die modernen Entwicklungsdosen zu empfehlen, die hermetisch geschlossen werden und ein häufiges Stürzen während der Entwicklung zulassen. Sie sind auch deswegen günstiger, weil der Sauerstoff der Luft, der jeden Entwickler zersetzt, möglichst abgeschlossen wird. Man verwendet am besten einen ganz dünnen Entwickler, und da hat der Glyzinentwickler die besten Erfolge gezeitigt. Man fertigt folgende Vorratslösung: 200 ccm dest. Wasser, 25 g Natriumsulfit, 10 g Glyzin, 50 g kohlensaures Kali. Ein Teil dieser Lösung wird mit 30 Teilen Wasser verdünnt, ev. 3 Tropfen einer Bromkalilösung dazugegeben und in die Entwicklungsdose gefüllt.

Sieht man beim Revidieren (zuerst nach fünf Minuten), daß Platten bedeutend überbelichtet sind, so übertrage man sie in stark abgekühlten, Bromkali enthaltenden Entwickler oder gar in mit Eis gekühltes reines Wasser, wo sie dann ihre Entwicklung vollenden und dann zwar dünne, aber schleierfreie und verstärkbare Platten ergeben. Stark unterbelichtete Platten ergeben ja gewöhnlich nichts, den wo nichts ist, kann kein Entwickler etwas hineinbringen, aber unterbelichtete Platten werden am besten mit starkem Entwickler behandelt, man entferne sie aus der Dose und vollende ihre Entwicklung mit dem starken Entwickler.[1])

Als sehr gute Entwicklungsdose ist mir die von der Firma Lang (Wünsches Nachfolger) in Dresden in den Handel gebrachte Focodose bekannt (Abb. 253). Man wähle aber nur eine

[1]) Es werden in neuester Zeit von einem Entwickler unbekannter Zusammensetzung, der den Namen „Lunaentwickler" führt, wunderbare Dinge in bezug auf seine Fähigkeit, stark unterbelichtete Platten zu normalen zu entwickeln, berichtet, ich habe ihn noch nicht versucht, will aber doch hier darauf hinweisen.

solche, in der jede Platte einzeln in einem Rähmchen steht. Das Einstellen zweier Platten Rücken an Rücken in einen Rahmen ist zu verwerfen, da sich die Platten in nassem Zustande schwer trennen lassen, und dabei leicht die Schichten leiden.



Abb. 253.
Focodose für Standentwicklung von Lang, Dresden.

Platten.

Am meisten passiert es dem geübteren Photographen, daß er überbelichtete Platten erhält. Es scheint, daß gegen dieses Übel ein neues Plattenmaterial gründliche Abhilfe bringen wird, die Hydrazinplatte. Die Platte hat Zusätze von Salzen oder Derivaten des Hydrazins erhalten und soll praktisch nicht zu überlichten sein. Die Platten sollen für die Momentphotographie genügend lichtempfindlich sein, sind jedoch besonders für länger exponierte Aufnahmen vorgesehen. Ich habe mit diesen Platten noch keine Versuche gemacht, möchte aber doch hier besonders auf dieses Material hinweisen, das, wenn die Berichte wirklich richtig und ohne Reservatio sind, eine große Zukunft haben würde.

Wohl jeder hat schon zu irgendeinem Zweck versucht, Reproduktionen aus Büchern zu machen, und ist erstaunt gewesen, daß er trotz richtigster Belichtung doch stets graue, flau kopierende Platten erhielt. Vielfach habe ich schon gehört: man gebe sich keine Mühe, Kopien aus Büchern werden immer grau. Das stimmt, wenn man das gewöhnliche Plattenmaterial verwendet. Für solche Arbeiten liefern aber die Plattenfabriken sog. photomechanische Platten. Sie sind viel weniger empfindlich als die gewöhnliche Platte, geben richtig belichtet eine vorzügliche Deckung und in der Kopie tadelloses Schwarz auf Weiß.

Was nun noch das Plattenmaterial betrifft, so wähle man stets eine lichthoffreie, farbenempfindliche Platte, die eine gute Deckung gibt. Handelt es sich nicht um schnellste Momente, so sehe man von der höchsten Empfindlichkeit ab. Je höher die Empfindlichkeit, desto leichter das Verderben und die Flauigkeit.

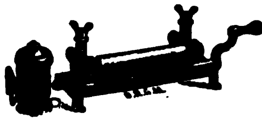
Bei allen Schwarzweiß-Aufnahmen farbiger Dinge versäume man nicht das Filter. Oft ist es unbedingt nötig, aber auch sonst soll es viel angewendet werden. Es gibt jetzt so vorzügliche Gelbscheiben, daß bei ihrer Verwendung stets nur von einer Verbesserung des Bildes die Rede sein kann.

Eine große Bedeutung haben für unsere Zwecke die Lumièreaufnahmen. Wenn auch die Wiedergabe der Farben keineswegs korrekt ist, wenn man auch nur ein einziges und noch dazu ein Diapositivbild erhält, wenn auch Aufnahme wie Entwicklung schwierig, so sind die Bilder doch so hervorragend, daß man sie auf keinen Fall missen könnte. Es erübrigt sich hier, weitere Angaben zu machen, alle Handhabungen und Rezepte gibt die Firma Lumière, ich möchte nur noch ganz besonders zur Anwendung des Verfahrens hiermit anregen. Man braucht dazu eine gute Menge Geduld, aber die braucht man auch für andere photographische Techniken.

Ich bin ein Gegner der Films, sie können sich, selbst die besten, nach keiner Richtung hin mit den Platten messen. Ihre Verwendung möchte ich nur da gelten lassen, wo nichts anderes möglich ist, nämlich im Kinematograph. Ihre Leichtigkeit, die Tageslichtwechselung, sind ja sehr bestechende Dinge, aber ihre Nachteile sind zu groß, und ein guter Wechselsack erlaubt das Wechseln von Platten auch überall und zu jeder Tageszeit.

Kopieren.

War schon die Zahl der Entwickler Legion, so ist die der Kopierprozesse unzählbar. Doch hier trifft uns nicht das Sprichwort, wer die Wahl hat, hat die Qual. Die Wahl ist einfach. Die meisten oder fast alle modernen Kopierprozesse haben einen Zweck, der dem unsrigen direkt entgegengesetzt ist. Sie streben nach sog. künstlerischem Eindruck, d. h. nach Unterdrückung dessen, was wir besonders erstreben, nach Unterdrückung der Schärfe. Es gibt nur einen Kopierprozeß, der die Schärfen und Feinheiten am besten wiedergibt, das ist der auf glattem Zelloidinpapier. Gelatinepapier, dem man längere Haltbarkeit nachsagt, arbeitet immer härter und gibt die zarten Feinheiten nie so wieder wie das glatte Zelloidinpapier. Ja, wir werden sogar etwas, was in der künstlerischen Photographie und schließlich auch mit Recht verhorreszierst wird, die Satinage verwenden. Wir müssen daran denken, daß unsere Bilder reproduziert werden sollen, und daß dabei noch immer aus vielen Gründen in erster Linie die Autotypie in Frage kommt. Die besten Reproduktionen gibt dieses Verfahren von hochglänzenden Zelloidinbildern.


Abb. 254. Satiniermaschine „Novum" von R. Alfred Schulze, Dresden.

Man suche sich ein gutes Zelloidinpapier, strebe dahin, stets frisches Papier zu haben, und verwende das Tonfixierbad, das der Fabrikant des Papieres empfiehlt. Es ist leicht hergestellt und kann in größerer Menge vorrätig gehalten werden. Ich satiniere meine mit frischem Stärkekleister aufgezogenen Bilder mit einer Doppelwalzen-Heißsatiniermaschine „Novum" eines Dresdener Mechanikers (Abb. 254), die sich durch vorzügliches Arbeiten und große Billigkeit auszeichnet. Wissenschaftliche Aufnahmen sollen nie retuschiert oder mechanisch verändert werden, nur Ausflecken von Plattenfehlern, Abdecken überflüssiger Dinge, Abschwächen und Verstärken ist zulässig, sind aber die durch die beiden letzten Manipulationen zu erreichenden Erfolge durch Änderung der Belichtungszeit zu erreichen, so ist stets zu einer Neuaufnahme zu raten. Sehr starke Kontraste im Objekt werden aber oft die Abschwächung nötig machen, und da wird der Ammoniumpersulfat-Abschwächer vorzügliche Dienste tun. Bemerken möchte ich noch, daß sich mit dem Farmerschen Abschwächer, wenn er mit einem Wattebausch aufgetragen wird, nach einiger Übung auch ausgezeichnete partielle Abschwächungen vornehmen lassen.

Laternbilder.

Besonders für den Lehrenden ist von größter Bedeutung das Laternbild. In den letzten Jahren hat ja die Projektion einen ungeahnten Aufschwung genommen. Die Projektionsmaschine nähert sich bedenklich dem Grammophon, jeder, selbst der nichtigste Vortrag wird durch oft recht jämmerliche Projektionsbilder verschönt. Es sind das die in der Neuzeit ja stets jede gute Sache begleitenden Auswüchse. Für den Unterricht ist eine gute Projektion von gar nicht zu schätzendem Werte. Der Prozeß der Herstellung der Bilder ist ja meist ein einfacher Kontakt-Kopierprozeß. Wir haben jetzt in Deutschland genug Plattenfabriken, die tadellose Diapositivplatten erzeugen, da ist jede gute Platte brauchbar, und die gewünschten Töne kann man bei allen Platten erzielen, wenn man sich an die von den Fabriken gegebenen Vorschriften hält. Das Fertigmachen der Bilder, d. h. die sog. Montage überlasse man einer geübten Kraft, da es ja eine rein mechanische Vornahme ist. Wenn es irgend geht, vermeide ich die Masken, je größer das Gesichtsfeld, desto angenehmer ist die Projektion. Das Kolorieren von Diapositiven ist keine leichte Sache, die Farben müssen in verdünntem Zustand viele Male hintereinander aufgetragen werden, und die Arbeit erfordert die höchste Präzision. Ein schlecht koloriertes Bild ist viel häßlicher als ein nichtkoloriertes. Es werden ja viel Bil-

der von berufsmäßigen Kolorierern hergestellt, sie sind aber immer schlecht, denn für 1 ℳ, was der gebräuchliche Preis ist, kann niemand etwas Gutes ausführen.

Ich möchte noch hier gleich auf eine Benutzung des Projektionsapparates hinweisen, die für den schaffenden Naturwissenschaftler von Bedeutung ist. Ich benutze den Apparat in ausgedehntem Maße zur Herstellung stark vergrößerter Zeichnungen. Die Zeichnung wird in der gewünschten Größe einfach auf ein mit Zeichenpapier bespanntes Reißbrett geworfen und dann einfach nachgezogen. Entweder verwende ich dabei die Negative, wenn von dem Objekt eine Aufnahme gemacht wurde, oder ich entwerfe die Zeichnung auf feiner Pausgelatine. Dies Gelatineblatt wird mit den Rändern auf ein Deckglas geklebt und nun wie ein Diapositiv in den Apparat geschoben.

Aufbewahrung des fertigen Plattenmaterials.

Es wären noch ein paar Worte über die Aufbewahrung des Negativ- und Diapositivmaterials zu sagen. Zu vermeiden sind unter allen Umständen die Nutenkästen, sie sind teuer, fassen nur wenig Platten und zerstören die Ränder. Negative stecke man in die aus starkem Papier gefertigten Taschen, auf deren überfallenden Lappen man die Bezeichnung der Platte schreibt, sie werden dann nach Art eines Zettelkataloges in Holz- oder starke Pappkästchen gestellt. Sind die Platten nach den Objekten, die sie darstellen, geordnet, und trägt der Kasten außen eine Signatur, so ist im Nu jede gewünschte Platte gefunden. Diapositive sind ja durch das Deckglas geschützt, sie werden ohne Hülle ebenso wie die Platten behandelt. Zu raten ist, die fertigen Platten mit einem Negativlack zu überziehen.

Aufnahmeapparat. Verschluß. Stativ.

Nun zum Aufnahmeapparat. Bei der geradezu lächerlich großen Menge von Apparattypen sollte man glauben, daß es schwer sein müßte, eine Wahl zu treffen. Das ist aber nicht so. Man betrachte einmal einen solchen reichhaltigen Katalog einer großen Firma, was ist überall die Hauptsache? Eleganz und Leichtigkeit, Zusammenlegbarkeit auf ein förmliches Nichts, schnelles Bereitsein auf einen Druck und was dergleichen schöne Dinge mehr sind. Wird man solche Eigenschaften wirklich für die ernste Arbeit nötig haben? Ich glaube nicht. Eins aber möchte ich gleich von vornherein betonen, es ist nicht ratsam, einen Apparat sich anzuschaffen, der in allen Lebenslagen zu brauchen sein soll. Ein solcher Apparat befriedigt dann eigentlich nirgends ganz, denn, um ihn überall passend zu machen, müßte auch überall etwas von den zu stellenden Wünschen nachgelassen werden. Bei der Wahl eines Apparates soll man sich genau fragen, was sind deine Hauptabsichten, für die schaffe einen vorzüglichen Apparat an. Als Jünger der organischen Naturwissenschaften und speziell als Zoolog bin ich natürlich nach einer bestimmten Richtung hin beeinflußt und werde auch von diesem Gesichtspunkt aus meine Meinung äußern. Will ich ganz besonders lebende, sich schnell und heftig bewegende und auch gar scheue Wesen auf die Platte bringen, so bleibt nur die Wahl eines vorzüglichen Apparates übrig, und das ist die jetzt zu sehr großer Vollkommenheit gebrachte Spiegelreflexkamera. Sie allein ermöglicht, das Objekt bis zum Momente der Aufnahme mit dem Aufnahmeobjektiv zu beobachten. Ich gebe hier die Abbildung der mir als vorzüglich bekannten Spiegelreflexkamera von Goltz und Breutmann (Abb. 255). Die Einrichtung dieses Apparates ist einfach und dauerhaft, und seine Handhabung erfordert nicht wie manche andere ältere Spiegelreflexkamera lange Übungen. Der mit ihr Hantierende kann sich nicht vergreifen und dadurch den Mechanismus in Unordnung bringen. Die Kamera ist verhältnismäßig leicht und bequem, sie ist durch Zahn und Trieb einstellbar und bietet noch einen Vorteil, auf den



Abb. 255. Spiegelreflexkamera von Goltz und Breutmann, Dresden.

ich später bei der Mikrophotographie zurückkommen werde. Wie gesagt, ich empfehle eine Spiegelreflexkamera, womit ich aber keineswegs sagen will, daß man unbedingt einen solchen Typus wählen muß. Mancher besitzt bereits eine der so zahlreichen Handkameras und ist darauf eingeübt. Auch er wird Gutes hervorbringen können, doch muß betont werden, daß die Spiegelreflexkamera unbedingt die bequemste und vollkommenste Kamera für obengenannte Zwecke ist. Es wird ihr der Vorwurf gemacht, daß man mit ihr nicht die normale Perspektive erziele, da sie bei der Aufnahme auf der Brust getragen wird, sie müßte in Augenhöhe stehen. Diesem Wunsche ist die Firma Busch in Rathenow mit ihrer neuen Jagdkamera nachgekommen, es ist eine Spiegelreflexkamera, die Aufnahmen mit hochgehaltenem Apparat und doch mit Beobachtung des Bildes bis zum Augenblick der Aufnahme erlaubt. Ich muß sagen, daß jener Wunsch nicht so sehr berechtigt ist, denn wenn ein großer Mann bei Aufnahmen von seiner Brust aus über Froschperspektive klagt, so erzielt ein kleiner diese Froschperspektive nicht einmal, selbst wenn er seine Kamera über seinen Kopf hält. In Kauf muß man aber bei einer hochgehaltenen Kamera die Unmöglichkeit nehmen, den Apparat freihändig still zu halten, wogegen die gewöhnliche Spiegelreflexkamera ein sicheres Widerlager an der Brust hat, unterstützt durch den Aufhängeriemen.

Der einzige für solche Aufnahmen zu empfehlende Verschluß ist natürlich der vor der Platte sich bewegende in Schlitzbreite und Schnelligkeit zu verstellende Schlitzverschluß, der seit den Zeiten von Anschütz der klassische Verschluß für die Aufnahme bewegter Objekte geblieben ist. Allerdings erlaubt dieser Verschluß keine Zeitaufnahmen über eine halbe Sekunde, aber dazu ist die Spiegelreflexkamera ja auch nicht eingerichtet.

Für Zeitaufnahmen und längere Momente müssen wir uns eines anderen Apparates bedienen.

Die Spiegelreflexkamera war für Aufnahmen schnell bewegter Objekte aus verhältnismäßig weiter Entfernung, sie soll besonders dazu dienen, scheue Wesen, die den Photographierenden nicht nahe kommen lassen, auf die Platte zu bringen. Es werden den Naturforscher aber noch viele andere Dinge interessieren, die bei ihrer Aufnahme jene Bedingungen nicht stellen, dafür aber andere, für deren Erfüllung eine Spiegelreflexkamera oder eine Handkamera weniger geeignet sind. Es kommt oft auf präziseste Einstellung, feste genaue Aufstellung des Apparates an. Man will Aufnahmen machen in senkrechter Richtung nach unten oder nach oben, oder gar direkte Vergrößerungen, ja vielleicht auch Panoramen. Hier ist nur eine Stativkamera am Platze, und für unsere Zwecke ist auch hier nur das Beste gut genug. Ich, der



Abb. 256. Kamera Globus G von Ernemann.

ich ganz besonders solche wie die eben erwähnten Aufnahmen mache, kann da aus eigener Erfahrung die Kamera Globus G der Ernemann-Gesellschaft empfehlen (Abb. 256). Sie ist ausgezeichnet stabil und doch elegant gearbeitet, hat dreifachen Auszug, nach zwei Richtungen verstellbares Objektivbrett, neigbare mit Skalen versehene Stirn- und Mattscheibenrahmen. Der Mattscheibenrahmen ist auch um die senkrechte Mittelachse drehbar, die Scheibe selbst ist umsetzbar. Eine fest mit dem Laufbrett verbundene Libelle gibt stets die Kontrolle für lotrechte Aufstellung. Zu einer solchen Kamera gehört dann auch ein festes Stativ, und auch da arbeite ich mit einem Ernemann-Schnappstativ. Es verbindet die Eigenschaft verhältnismäßiger Leichtigkeit und Gedrängtheit mit schneller Bereitschaft, festem Stand und Dauerhaftigkeit Absolut zu warnen ist vor den so sehr verbreiteten Metallröhrenstativen. Abgesehen davon, daß sie keineswegs so leicht sind, wie es immer scheint, kommen sie sehr leicht in Unordnung. Eine Beule in einer Röhre macht das ganze Stativ unbrauchbar, die einschnappenden Haltefedern schleifen sich leicht aus, so daß die Auszüge nicht mehr halten, und für feste Aufstellung bedürfen sie unbedingt eines Stativfeststellers. Die Kameragesellschaft „Ica" bringt ein sogenanntes Heimstativ in den Handel, das sich durch einen absolut festen Stand und große Verstellbarkeit in der Höhe, allerdings auch durch bedeutenderes Gewicht auszeichnet. Es ist ein Mittelding zwischen einem Atelier-Säulenstativ und einem Reisestativ. Es hat drei ausziehbare Beine und ist durch Zahn und Trieb in der Höhe verstellbar, ferner hat es Einrichtungen zur Neigung des Bodenbrettes. Ein Kollege von mir, Herr Dr. Mollison in Heidelberg, hat für seine Zwecke dieses Stativ verbessert und vereinfacht. Die Einrichtung zur Neigung der Kamera läßt man überhaupt am besten vom Stativ weg, der schwere Zahn und Trieb sowie die Einrichtung zum Ausziehen der Beine sind durch einen mehrmaligen feststellbaren Auszug der Säule ersetzt worden (Abb. 257).

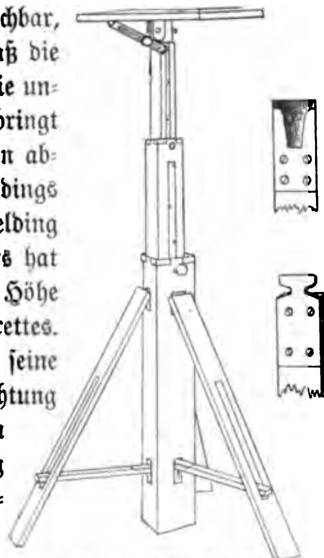


Abb. 257. Stativ nach Dr. Mollison.

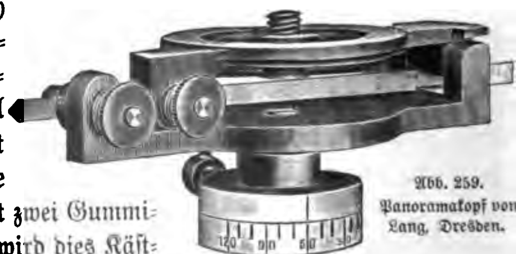
Ich sprach vorhin von Aufnahmen senkrecht nach unten


Abb. 258. Kameraneiger von Lang, Dresden.

oder nach oben. Die kann man mit einer gewöhnlichen Kamera und einem gewöhnlichen Stativ nicht ausführen, man bedarf dazu eines Stativkopfes. Die Neigbarkeit des Bodenbrettes des Feststatives ist lange nicht ausreichend und daher auch überflüssig. Ich möchte aber gleich davor warnen, einen sogenannten Kugelgelenkstativkopf anzuschaffen. Gewöhnlich sind diese Kugelgelenke nicht gut gearbeitet, aber auch das beste Kugelgelenk wird bei fleißiger Benutzung binnen kurzem schlottern, trotz fester Anziehung der Schraube. Es kommt dabei noch dazu, daß das Kugelgelenk auch etwas sehr führungslos ist. Löst man die Schraube, so schlenkert der Kopf mit der Kamera nach jeder nur denkbaren Richtung, was kein Vorteil ist, da man ihm dann nur mit den Händen ohne führende Anlehnung die gewünschte Lage geben muß. Besser ist es, wenn es der Stativkopf erlaubt oder notwendig macht, die gewünschte Neigung oder Richtung in zwei Komponenten zu zerlegen und nicht alles allein der Kugel zuzumuten. Von der Firma Lang (Wünsches Nachfolger) in Dresden wird da als Ersatz des Kugelgelenkes ein ausgezeichneter Stativkopf in den Handel gebracht, der jedem Kugelgelenk überlegen ist (Abb. 258 u. 259). Er ist in Leichtmetall ausgeführt und hat dadurch noch den Vorteil des geringen Gewichtes. Jede Bewegung geschieht an einer durch Schrauben zu fixierenden Führungsstange. Ich bilde ihn anbei ab, und man wird mich nun verstehen, was ich mit dem Zerlegen einer gewollten Bewegung in ihre Komponenten meine. In der letzten Zeit ist noch ein sehr gut gearbeiteter Panoramakopf dazugekommen.

Die Kamera Globus G zeichnet sich auch wie alle erstklassigen Apparate durch eine feine Mattscheibe aus. Eine solche ist stets zu verlangen, denn sie ermöglicht den Gebrauch eines Hilfsinstrumentes für die schärfste Einstellung, den Gebrauch einer Einstellupe. Als ein bereits der Weitsichtigkeit Verfallener bediene ich mich stets einer Lupe. Für den sog. Reiseapparat (Globus G) habe ich als äußerst brauchbares Instrumentchen für diesen Zweck einen zusammenlegbaren Fadenzähler mittlerer Größe erkannt. Er befindet sich mit der Gelbscheibe zusammen in einem fest mit der Kameratasche verbundenen Täschchen.

Eine gewisse Wichtigkeit ist auch noch auf das Einstelltuch zu legen. Man wird sich vielleicht über diesen Ausspruch wundern, denn man sollte meinen, daß ein Stück eines dunkelfarbigen Zeuges genügen müßte. Das wäre auch der Fall, wenn man nicht bei Aufnahmen im Freien mit dem doch fast stets gehenden Winde zu rechnen hätte. Wer in Gebirgsgegenden oder auch nur auf Höhen schon seinen Kampf mit dem Winde um das Dunkeltuch gekämpft hat, wird die Berechtigung meiner Behauptung schon anerkennen. Das gewöhnliche Dunkeltuch hat auch den Nachteil, daß man bei seinem Gebrauch stets die Kopfbedeckung ablegen muß, und daß es an warmen Tagen durch die Umhüllung des ganzen Kopfes stark schweißtreibend wirkt. Es werden nun schon seit geraumer Zeit sog. Einstellbrillen in den Handel gebracht. Es sind das zusammenlegbare, mit einem Ausschnitt für den Nasenrücken versehene und mit Kaliko überzogene Pappkästchen. Mit zwei Gummischlaufen, die hinter die Ohrmuscheln greifen, wird dies Käst-


Abb. 259. Panoramakopf von Lang, Dresden.

chen an das Gesicht geheftet. An ihm ist ein vorn offener Sack befestigt, der aus sog. Dunkeltuch besteht und vorn mit einer Gummischnurre versehen ist. Dort wird er über das Hinterteil der Kamera gezogen, wo er nun infolge der Elastizität des Gummis festsitzt. Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß sie den Nasenrücken scharf drückt, wenn sie nicht gerade nach Maß, und das ist ja ausgeschlossen bei einem Massengegenstand, gemacht wird, daß sie ferner eine Annäherung an die Mattscheibe für Lupeneinstellung nicht zuläßt, und daß der Sack unten geschlossen ist, so daß man also eine Lupe gar nicht einführen kann. Ich habe mir da anders geholfen und mir für meinen Gebrauch eine andere „Einstellbrille" hergestellt. Ein etwas über handgroßes Stück gutes weiches Rindleder ist ungefähr nierenförmig geschnitten und hat ein so großes Loch, daß die Nase und die Augen darin Platz haben. Rechts und links trägt es auch Gummischnurschlaufen, um es wie eine Brille an den Ohren zu befestigen. Der untere Rand der Lederplatte hat dabei ungefähr die Breite der Oberlippe, wogegen der Oberrand bis in die Haare gehen muß. Die erhebliche Breite des oberen Randes bewirkt nämlich, daß der infolge der Schwere sich unbedingt bildende, sackförmige Einfall des oberen Teiles des Dunkeltuches nicht gleich das Gesichtsfeld einengt. Jene Kästcheneinstellbrille vermeidet diesen Übelstand ja durch die obere Kastenplatte, verhindert damit aber auch die Annäherung an die Mattscheibe. Rund herum an die Kante dieser „Lederbrille" ist ein 40 cm langes Dunkeltuch genäht, das unten zwar der Länge nach offen ist, mit den Rändern aber dort breit übereinander schlägt. Vorn wird es nun um den hinteren Rahmen der Kamera geschlungen und dort entweder durch einen passend angenähten Druckknopf zusammengeheftet oder ebenso wie jene Einstellbrille durch eine Gummischnurre befestigt. Man kann sich nun der Mattscheibe ganz nähern und durch den unteren Schlitz bequem eine Einstellupe einführen. Beide Hände sind frei. Trotzdem die Nase sich innerhalb der Brille befindet, ist die Atmung nicht beschränkt, da ja das Tuch unten offen, und der Mund sich außerhalb befindet.

Von auch nicht ganz untergeordneter Bedeutung ist noch die Hülle des Apparates und die Tragvorrichtung. Für uns sind ja alle jene in der Rock- oder gar Westentasche untergebrachten Apparate wesenlos. Bei ihnen wird ja auch immer die besondere Leichtigkeit betont. Ich habe schon gesagt, daß man von einem so ausgezeichneten Apparat, wie wir ihn nötig haben, keine übermäßige Leichtigkeit verlangen kann. Die notwendige Schwere solcher Apparate muß man auf andere Weise herunterzudrücken suchen, und zwar durch Erleichterung der Hülle und Tragvorrichtung. Ich führe einen möglichst leichten, steifen und wasserdicht gemachten Leinwandkasten, der Kamera, sechs Doppelkassetten, Notizbuch, Dunkeltuch, Gelbscheibe, Lupe, Objektiv und den verstellbaren Stativkopf faßt. Eine einfache Handhabe (Riemen) ermöglicht das Tragen in der Hand, sonst trage ich das Ganze in einem leichten Netzrucksack auf dem Rücken. Alle Taschen und Tornister haben zu viel Eigengewicht, machen daher das Ganze zu schwer und sind auch zu teuer.

Objektiv.

Wir kommen nun zu dem wichtigsten Gliede unserer Werkzeuge, zum Objektiv. Was ist darüber nicht schon geschrieben und gesagt worden! Man würde nicht zu Ende kommen, wenn man auch nur einen Teil der Literatur berücksichtigen wollte. Ist doch eigentlich jeder Katalog einer ersten optischen Firma, und bekanntlich befinden sich ja die ersten Weltfirmen in Deutschland, schon eine wissenschaftliche Abhandlung über das Objektiv. Es ist jedem ernsten Photographen zu raten, hierüber ein gutes Buch aufmerksam durchzustudieren. Man könnte hierfür ja das klassische Werk M. v. Rohrs vorschlagen, das für den wissenschaftlichen Optiker geschrieben ist. Für unseren Zweck ganz besonders geeignet ist das Buch von Harting, Optisches Hilfsbuch


Abb. 260. Zeiß-Doppelprotar.

für Photographierende (Berlin, Gustav Schmidt). Es ist leicht faßlich, nicht umfangreich und gut illustriert. Man wird sich darin gut orientieren können über chromatische und sphärische Aberration, über Astigmatismus, Coma und Bildfeldkrümmung sowie auch über die geschichtliche Entstehung der Objektivtypen. Hier will ich nur betonen, daß man unter allen Umständen ein hervorragendes modernes Glas erwerben soll. Nur ein solches bietet die weitesten Möglichkeiten der Verwendung und damit wahre Freude und Genuß, dabei muß aber gesagt werden, daß es auch in der modernsten Optik keine „Entoutcas" gibt. Die sog. Universalität ist immer ziemlich beschränkt, und häufig ist eine Vorzüglichkeit nur zu erreichen durch Nachlassen einer anderen Forderung. Wir werden uns auf alle Fälle eines modernen Anastigmaten bedienen und müssen uns da wieder, wie beim Apparat, zuerst klar machen, worauf wir unser Hauptaugenmerk richten wollen. Es wird vielleicht am besten sein, wenn ich das an einem bestimmten Beispiele, nämlich an mir selbst bespreche. Ich begann zu photographieren in der Absicht, kleine Objekte direkt vergrößert aufzunehmen. Dazu bedurfte ich eines kurzbrennweitigen Anastigmaten, der mir eine ziemliche Vergrößerung (10 fach) ohne übermäßige Verlängerung des Balgens der mikrophotographischen Kamera gewährleistete. Meine Hauptarbeit war Atelierarbeit. Das Objektiv sollte aber nicht nur diesem Zwecke, der doch ein sehr spezieller ist, dienen. Jeder, der aus irgendeiner Spezialabsicht zu photographieren beginnt, will auch auf Reisen oder auch nur auf Ausflügen Erinnerungsbilder aufnehmen. Dazu wäre aber eine so kurze Brennweite wenig geeignet, und man müßte zu diesem Zwecke ein anderes Objektiv anschaffen. Ein mit Glücksgütern sehr gesegneter Mann würde das vielleicht tun, da das aber wohl bei den meisten Arbeitenden nicht zutrifft, so sollte da nach einem Ausweg gesucht werden, und der fand sich leicht durch die Verwendung eines sog. Objektivsatzes. Die optischen Anstalten fertigen sog. hemisymmetrische Anastigmate an, deren beide Teile Einzelobjektive verschiedener Brennweite darstellen. Um mein Beispiel wieder anzuziehen, ich verwende ein Zeiß-Doppelprotar, das als Gesamtobjektiv eine Brennweite von 115 mm hat, das eine Teilstück hat die Brennweite von 183, das andere eine solche von 224 mm (Abb. 260). Ich bin also in der Lage, mir unter drei Brennweiten stets die passende herauszusuchen. Beide Glieder sind einzeln wie das Gesamtobjektiv korrigiert, und da ich nur eine 9×12-Platte aus der Mitte des durch das Objektiv gezeichneten Bildkreises herausschneide, so ist es mir auch möglich, beide Teilstücke stets mit ganzer Öffnung zu benutzen, ohne fürchten zu müssen, daß gerade Linien am Bildrande durchgebogen erscheinen. Das Gesamtobjektiv hat eine Öffnung von 1 : 7, jedes Glied eine solche von 1 : 12,5. Bei gutem Licht werden mir die Teilstücke noch reichlich Momentaufnahmen erlauben.

Wenn ich es auch als bekannt voraussetzen möchte, so will ich doch hier nochmals kurz auf die Bedeutung der Brennweite eingehen. Jede perspektivische Ansicht hat eigentlich eine zu ihr passende Brennweite, durch die allein im Bilde der naturwahre Anblick hervorgerufen wird.[1]) Kurze Brennweiten werden den Vordergrund ungewöhnlich groß, den Hintergrund dagegen übermäßig klein darstellen. Man ist erstaunt, wenn man eine Landschaft mit hochragendem Berghintergrund auf


Abb. 261. Verant von Zeiß, Jena.

1) Brennweite des menschlichen Auges.

der Mattscheibe anschaut, wie nichtig dann dieser Hintergrund im Gegensatz zum Vordergrund aussieht. Die Firma Zeiß bringt ja für diese Eigenschaft der Objektive ein Gegenmittel in den Handel mit dem Veranten (Abb. 261), der es ermöglicht, je nach der Brennweite des Aufnahmeobjektives auch das Beschauglas zu wählen und nun die aufgenommene Landschaft unter denselben Bedingungen wie das aufnehmende Objektiv[1]) zu sehen.

Die Konstruktion dieses Instrumentes war eine Notwendigkeit geworden durch die Bevorzugung der kurzen Brennweiten an den zahllosen Handkameratypen. Die Verhältnisse haben sich aber jetzt geändert, man bevorzugt jetzt wieder längere Brennweiten, ja man beginnt nun, wie das immer der Fall ist, schon über das Ziel hinauszuschießen. Nur eine Brennweite, die der des menschlichen Auges entspricht, wird bei der Aufnahme denselben Eindruck hervorrufen, wie ihn der Beschauer mit unbewaffnetem Auge erhält.

Die kleinere Brennweite umfaßt naturgemäß den größeren Raum und darum ist sie für Panoramen günstiger, die größere Brennweite tut das nicht, wird aber stets eine Perspektive geben, die sich der uns geläufigen nähert und uns daher naturwahrer erscheint. Ganz besonders aber muß sie bevorzugt werden, wenn die Objekte sich weiter entfernt vom Apparat befinden und doch in größern Dimensionen abgebildet werden sollen. Da kann es vorkommen, daß die Brennweite nicht lang genug werden kann. Die längere Brennweite erfordert aber nun unbedingt den längeren Balgenauszug, der natürlich bei einem vorhandenen Apparat der Verlängerung der Brennweite Halt gebietet. Aus diesem Grunde begann ein Objektivtypus sehr in Aufnahme zu kommen, das sog. Teleobjektiv, es bietet den Vorteil der sehr großen Brennweite mit kurzem Auszug. Aber es hat sehr schwerwiegende Nachteile. Wenn man auch als positives Glied einen hervorragend korrigierten Anastigmaten benutzt, so wird doch durch die Negativlinse die Korrektur ganz bedeutend beeinträchtigt. Das Teleobjektiv ist doch eigentlich ein Vergrößerungssystem; indem es den gewünschten, weit entfernten Gegenstand vergrößerte, mußte es auch selbstverständlich alle dazwischen liegenden Dinge mit vergrößern, namentlich die Luft, deren Bewegungen nun auch auf der Platte zum Ausdruck kommen und damit jede Schärfe verderben. Das schwerwiegendste Moment ist aber, daß die Helligkeit um ein ganz Bedeutendes herabgesetzt wird. Bei windigen Tagen, bei heißem Wetter und für schnellere Momentaufnahmen ist die Telekombination schlechterdings unverwendbar.

Es wäre hier gleich der Ort, den Grund anzugeben, warum ich so besonders auf das Teleobjektiv, das doch nach dem eben Gesagten für unsere Zwecke wenig in Frage käme, eingehe. Schon bei Besprechung der Kameratypen habe ich die Aufnahme freilebender Tiere erwähnt. Diese Aufnahme, die photographische Jagd, ist in letzter Zeit nicht zum Schaden der biologischen Wissenschaft sehr in Aufnahme gekommen. Wie ich schon bei der Kamera auseinandersetzte, ist schnelle Bereitschaft und schneller Momentverschluß dabei unbedingtes Erfordernis. Der schnellen Bewegung, dem plötzlichen Enteilen des „Wildes" ist damit Genüge getan, nicht aber seiner Vorsicht und Wachsamkeit. Es flieht, wenn es den Menschen sieht oder auch nur wittert, ohne erst zu untersuchen, ob er diesmal ihm nicht nach dem Leben trachtet. Selbst verhältnismäßig große Brennweiten würden bei einem Abstande, bei dem das „Wild" sich noch nicht beunruhigt fühlt, nur winzig kleine Abbildungen ergeben. Da mußte die Brennweite verlängert werden, und man griff zum eigentlichen Teleobjektiv, um es aber bald wieder zu verlassen. Für diesen bestimmten Zweck haben nun einige Fabriken Spezialobjektive geschaffen, die den Wert und die meisten Vorteile des Teleobjektives haben, deren positives Glied aber nicht allein verwendet werden kann, und die auch nur auf eine Brenn-

1) Einäugig.



Abb. 262. Busch-Bistelar.

weite oder vielmehr auf einen festen Kameraauszug eingerichtet sind. Ihre Korrektur steht natürlich hinter der eines Anastigmaten von gleicher Brennweite stark zurück, die Auszugslänge ist aber gering, und sie werden jetzt schon in einer Lichtstärke von 1 : 7, die bei gutem Licht für die schnellsten Momente ausreicht, hergestellt. Die Objektive werden vielfach dann mit Spiegelreflexkameras verbunden und bilden dann den typischen Jagdapparat für die Photographie lebender Tiere.

Besonders ist hier das Bistelar der Firma Busch in Rathenow zu nennen (Abb. 262), das mit jenen oben genannten Vorteilen noch den der Billigkeit verbindet. Aber auch die Firma Plaubel fertigt etwas ähnliches als Telepeconar, und Zeiß hat für diese Zwecke das Magnar konstruiert (Abb. 263).

Gearbeitet habe ich mit diesen Objektiven noch nicht, aber ich habe mich genügend orientiert und die Erfolge anderer gesehen. Das Bistelar hat eine Öffnung von 1 : 7, es wird bis zu einer Brennweite von 60 cm hergestellt. Die Bilder können natürlich nicht mit denen eines Anastigmaten verglichen werden, aber bei Teleaufnahmen muß man eben, wie schon gesagt, in seinen Ansprüchen nachlassen.

Man könnte vielleicht hier noch ein paar Worte über die sogenannten Dialyte sagen. Ich bevorzuge sie nicht, obgleich es ausgezeichnete Typen, wie z. B. Simons Tetranar, gibt, meist sind sie aber mit starker Coma behaftet, und das muß ihre Leistungen beeinträchtigen. Sie sind ja eigentlich auch schon unmodern geworden und weit überholt durch Unofocal, Dynar, Oxyn und besonders Tessar. Diese Objektive weisen nicht nur die Vorzüge der Dialyten auf, sondern sie zeigen auch eine Feinheit der Schärfe, wie sie bis dahin noch nicht erreicht war. Allerdings haben sie den Nachteil der Untrennbarkeit, aus ihnen können nicht die für uns so wichtigen Sätze gebildet werden, aber die Teilstücke der Dialyte sind nur recht mäßige Objektive und befriedigen nur mit starker Blendung.

Unterwasserphotographie.

Einen besonderen Zweig der Aufnahme des lebenden Tieres bildet die eigentlich recht wenig bekannte sog. Unterwasserphotographie. Bekannter sind eigentlich nur solche Aufnahmen, die von Lebewesen gemacht wurden, deren Element nicht die Luft, sondern das Wasser ist. Und da ist es meist die Aquariumphotographie gewesen, bei der die Objekte wohl im Wasser, der Aufnehmende aber mit seinem Apparat sich in Luft befand. Es kann hierbei, wo eben nur eine gewöhnliche Kamera mit gutem, sehr lichtstarkem Objektiv und eine aus planparallelem Spiegelglas bestehende Aquariumwand nötig ist, von keiner besonderen photographischen Technik die Rede sein. Aber auch die Lebensbedingungen der Tiere sind hier nicht die natürlichen, die Aufnahmen ähneln denen in zoologischen Gärten. Bei der wahren Unterwasserphotographie muß sich der Photograph mit seinem Apparat in die Tiefe des Wassers begeben, um sein „Wild“ in seiner natürlichen Umgebung aufzusuchen. Das ist von mehreren Forschern auch ausgeführt worden, ich glaube aber, daß in dieser Arbeit wohl nicht der Platz ist, solche speziellen Dinge, denen nur sehr wenige nachgehen würden, genauer auszuführen; ich will nur hier einer Vorrichtung gedenken, die es auch erlaubt, „Unterwasseraufnahmen“ zu machen,



Abb. 263. Zeiß-Magnar.

ohne daß man in das nasse Element hinabsteigt und ohne daß man seine Objekte einfängt und in ein Aquarium bannt. Die Vorrichtung ist einfach und von Prof. Reichard von der Universität Michigan veröffentlicht worden. Man kann dabei sogar vom Land aus den Grund oder den Inhalt nicht zu tiefer Gewässer deutlich auf die Platte bringen. Richtet man ohne weiteres eine Kamera auf den Inhalt eines Gewässers, so erhält man ein vollkommen verschleiertes Bild, was auf Rechnung der Oberflächenreflexe zu setzen ist. Diese Reflexe muß man ausschalten. Reichard stellt nun, wie die beistehende Abb. 264 zeigt, einen um 45° geneigten, undurchsichtigen Schirm in das Wasser. Dieser Schirm hält nun nach Maßgabe seiner Größe von einem bestimmten Teil der Wasseroberfläche sämtliche Reflexe ab und ermöglicht so eine Aufnahme des Grundes dieses reflexfreien Teiles. Selbstverständlich kann man diese Methode nur anwenden, wenn das Wasser nicht tiefer als 1 m ist. Bei bewegter Oberfläche wendet Reichard ein sog. „Wasserglas" an, das ist eine in einen Rahmen eingekittete Spiegelglasplatte, an der auch der Schirm befestigt ist. Er photographiert dann durch diese Platte hindurch, die sowohl Reflexe als auch Bewegungen der Oberfläche unschädlich macht, wie durch die Glaswand eines Aquariums. Mit dieser Einrichtung watete Reichard auch ins flache Wasser und macht entfernt vom Ufer Aufnahmen.

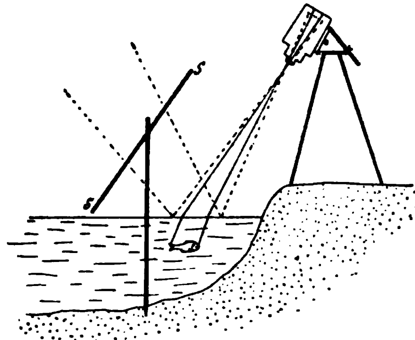


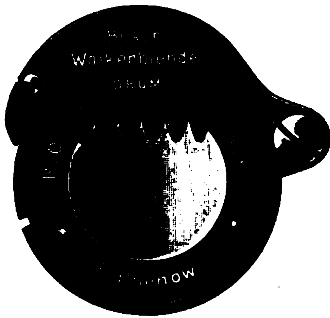
Abb. 264.
Anordnung von Reichard zur Unterwasserphotographie.

Landschaftsaufnahmen.

Es ist eine alte Erfahrung, daß bei Landschaftsaufnahmen der Himmel stets bedeutend überbelichtet wird. Ist der Himmel so, daß selbst zarte Wolken auf der Kopie kommen, so ist alles Irdische unterbelichtet. Die Gelbscheibe hilft ja über diese Kalamität hinweg, aber man will sie nicht überall anwenden und möchte doch gern ein einfaches Mittel haben, um den Himmel zurückzuhalten. Da hat Busch in Rathenow ein sehr einfaches Instrument konstruiert, die sog. Wolkenblende, die ich hier abbilde (Abb. 265). Sie wird auf das Objektiv geschoben und so eingerichtet, daß nur der Himmel von ihr abgedeckt wird. Sie schneidet die von oben kommenden Strahlen mehr oder weniger ab, und damit dieses Abschneiden nicht gar zu plötzlich erfolgt, ist der Rand gezahnt.

Porträtphotographie.

Ich denke, daß diese meine Ausführungen über Apparate und Objektive sowie einige Nebenapparate wohl alles das begreift, was für die allgemeine Photographie wichtig ist, und somit auch das, was der Forschungsreisende in erster Linie gebraucht. Es wäre nur noch ein viele Forschungsreisende und auch manche, die Photographie in ihrer wissenschaftlichen Disziplin anwendende Gelehrte interessierendes Gebiet zu erwähnen, die Porträtphotographie. Sie ist kein leichtes Kapitel und will mehr geübt sein als manche anderen Zweige der Photographie.


Abb. 265.

Wohnt man manchmal den Projektionsvorträgen zurückgekehrter Forschungsreisender bei, so hat man oft nicht so sehr bei den Landschafts- und Geräteaufnahmen als ganz besonders

bei den Porträten von Eingeborenen den Eindruck, daß der Forscher zum ersten Mal photographierte, als er auf seinem Forschungsgebiet angekommen war. Nicht jeder kann, wie große Expeditionen, einen geschulten Photographen mitnehmen und muß sich daher selbst auf diese Technik einüben. Die Photographie eines solchen Eingeborenen soll ein Dokument sein, nicht ein künstlerisch wirkendes Abbild, wie es jetzt von uns die modernen Lichtbildner herstellen und wie es unser moderner Geschmack verlangt.

Die höchste Lichtstärke und eine sehr große Brennweite sind hier unbedingt erforderlich, zusammen mit einer guten Übung, ich will nicht geradezu sagen Begabung für die Auswahl der Stellung und Beleuchtung. Die Hauptbedingung bei der Aufnahme ist, keine im Verhältnis zur Brennweite des Objektivs zu großen Köpfe zu machen. Man erhält sonst dieselbe fremdartige Perspektive wie bei kurzen Brennweiten, übermäßig große Nähen und übermäßig kleine Fernen bezogen auf das Objektiv, also hier unförmliche Nasen oder Ohren und nach hinten scheinbar verlängerten und erniedrigten Kopf. Für ein Visitbrustbild ist unbedingt notwendig eine Brennweite von 20 cm, für ein Kabinettbrustbild eine von 30 cm und für ein sog. Boudoirbild eine solche von 40 cm. Der notwendige Abstand ergibt sich bei Beachtung dieser Zahlen von selbst.

Es ist bekannt, daß bei Verlängerung der Brennweite die perspektivischen Fehler abnehmen; das hat dazu geführt, für Porträtaufnahmen, und zwar zur Herstellung großer Köpfe das Teleobjektiv zu verwenden. Stellt man z. B. die Person ca. 10 m vom Apparat auf, verwendet einen Anastigmaten von 442 mm Brennweite mit einem negativen Element von 125 mm und gibt der Kamera eine Auszugslänge von 116,5 cm, so erhält man Aufnahmen in $^1/_2$ der Größe des Originals.

Wir finden bei einer solchen Aufnahme Dimensionen, die so wichtig sind, daß sich beim genauen Ausmessen auf dem Bilde und durch Multiplikation mit der bekannten Verkleinerungszahl fast genau die richtigen Werte ermitteln lassen. Leider ist das Verfahren jedoch für lebende Wesen nicht ausführbar. Das Teleobjektiv hat ja, wie ich schon oben sagte, an und für sich eine geringe Lichtstärke, zur Erreichung der unbedingt notwendigen Tiefenschärfe muß aber noch kräftig geblendet werden, was die Lichtstärke noch um ein Bedeutendes herabsetzt, so daß auch ein sehr willensstarker Mensch nicht imstande sein würde, so lange in unverrückbar gleicher Lage auszuharren. Etwas anderes ist es bei leblosen Objekten, und da hatte ich selbst dies Verfahren bei der Photographie von Schädeln zu wissenschaftlich-anthropologischen Zwecken angewendet.

Da meine damaligen Arbeiten in einem langen Kellerraum ausgeführt werden mußten, verwendete ich zwei Bogenlampen zur Beleuchtung des Objektes. Das kann aber nur als Notbehelf gelten. Man erhält trotz aller Künstelei stets häßliche Schlagschatten und keine schöne Rundung des Objektes. Am besten ist es mit zerstreutem Tageslicht zu arbeiten, das einseitig einfällt und die tiefen Schatten durch Reflektoren oder zerstreutes Lampenlicht aufzuhellen. Es ist also für die Porträtaufnahmen das beste, ein langbrennweitiges Objektiv von höchster Lichtstärke, wie Tessar, Unofocal, Triplar, Porträtanastigmat zu wählen.

Im Atelier, um diesen Ausdruck für meinen Arbeitsraum zu gebrauchen, bediene ich mich eines Steinheil-Antiplaneten. Es ist das ja bekanntlich kein Anastigmat, aber als Porträtobjektiv doch dem Petzval vorzuziehen, da es nicht nur besser korrigiert, z. B. für einen viel größeren Winkel anastigmatisch ist, sondern auch den Vorzug großer Kürze hat. Als Verschluß habe ich den Grundener, der in der Kamera angeordnet ist.

Es ist ja die eigentliche Porträtphotographie eine vielleicht nicht ganz hierher gehörende Sache, denn es wird sich so leicht nicht jemand dafür ein teures Objektiv anschaffen, denn dies

Objektiv macht ja auch eine größere, nur eben im Atelier zu benutzende Kamera mit festem Stativ und allerlei Nebenapparaten nötig. Dabei werden die Erzeugnisse doch kaum je mit denen eines geschulten Porträtphotographen wetteifern können.

Stereoskopphotographie.

Ich sprach davon, das Teleobjektiv in solchem Falle zu benutzen, wo das Bild direkt ausgemessen werden soll, also möglichste Genauigkeit Bedingung ist. Es kann aber dies Verfahren nur als Notbehelf angesehen werden, nachdem durch die Firma Zeiß Apparate konstruiert worden sind, die das Ausmessen von Photographien noch in viel höherem Maße möglich machen. Ich meine den Stereokomparator. Zur Verwendung dieses Instrumentes sind allerdings Stereoskopaufnahmen nötig. Ich kann hier auf den Apparat nicht eingehen und muß solche, die sich dafür mehr interessieren, auf die Schriften der Firma Zeiß hinweisen. Leider ist der Apparat so teuer, daß er für einen gewöhnlichen Sterblichen nicht erschwinglich ist. Das im Verein mit dem für eine Stereoaufnahme nötigen zweiten Objektiv läßt immer noch der Aufnahme mittelst Teleobjektiv einige Berechtigung, wenigstens wo es sich um leblose Gegenstände handelt.

Bei diesen Erwägungen könnten wohl noch einige Worte der stereoskopischen Photographie gewidmet werden. Sie wird nicht übermäßig viel ausgeübt, da die Anschaffung des zweiten Objektives viele zurückschreckt. Zwar gibt es verschiedene Auswege, um auch mit einem Objektiv Stereoaufnahmen zu machen, so durch Verrücken der Kamera auf dem Bodenbrett. Aber es leidet dadurch sehr oft die Übereinstimmung der Bilder in der Belichtungszeit und im Ton. Es wird allerdings in der neusten Zeit von der Firma Bonatz in Berlin ein Stereoskopansatz „Sterean" angepriesen, der auf das eine Objektiv aufgesetzt wird und dann zwei stereoskopische Bilder auf der Mattscheibe bewirkt. Ich habe aber weder den Apparat noch seine Erfolge gesehen, so daß ich ihn hier nur nennen kann.

Für Stereoskopaufnahmen wird noch immer nnd wohl infolge der Größe der allgemein verbreiteten Betrachtungsapparate mit großer Vorliebe das Format 10×15 gewählt, es ist aber zu bemerken, daß das weder ein praktisches noch ein, sagen wir, wissenschaftlich begründetes Format ist. Es ist viel besser, eins der gewöhnlichen Formate zu nehmen. Es gibt z. B. das Format 9×12 sehr gute und vor allem naturwahre Stereobilder, ganz abgesehen, daß man dabei billiger wirtschaftet, keine besonderen Platten braucht und keine andere Kamera, sondern nur eine Zwischenwand nötig hat. Die Globus G. wird, wenn ich nicht irre, jetzt auch mit dieser Einrichtung ausgeführt. Dabei muß noch betont werden, daß die gewöhnlichen Betrachtungsapparate, die auf der Brewsterschen Einrichtung beruhen, ganz falsche Bilder geben. Es wird die durch das Stereobild hervorgerufene Vorstellung der Körperlichkeit ins Ungeheure übertrieben. Man hat sich infolge des Gebrauches dieses Instrumentes so an diese übertriebene Körperlichkeit gewöhnt, daß ein mit richtig zeichnendem Stereoskop entworfenes Bild gar nicht mehr gefallen will. Das konnte man bei dem Kongreß für wissenschaftliche Photographie in Dresden beobachten, als Moritz v. Rohr solche Apparate vorführte, sehr viele behaupteten da, sie hätten gar keinen stereoskopischen Effekt. Genau wie bei der Betrachtung des mit einem Objektiv aufgenommenen Bildes eigentlich nur eine Betrachtungslinse, und zwar einäugig benutzt werden soll, die die gleiche Brennweite wie das Aufnahmeobjektiv hat, ist in erhöhtem Maße beim Betrachten der Stereoskopbilder zu fordern, daß zwei Linsen von der Brennweite der Aufnahmeobjektive benutzt werden. Dieser Forderung kommt die Firma Zeiß mit ihrem Verantstereoskop nach, das eine richtigere Stereoskopie als die gebräuchlichen billigen und



Abb. 266. Der kleine Kino während der Aufnahme.

schlechten Apparate gewährleistet, leider aber auch, wie alle guten Sachen, den Fehler der Kostpieligkeit hat. Bei der Mikrophotographie werde ich noch einmal auf die Stereoskopie zurückkommen.

Kinematographie.

Jedermann weiß, welch ungeahnten Aufschwung die Kinematographie genommen hat, und jedermann wird auch die hohe Wichtigkeit der Kinematographie anerkennen, trotz der fürchterlichen Richtung, die sie für die Allgemeinheit genommen hat. Kinematographische Aufnahmen haben, wenn sie nicht für den blöden Sinnesgenuß hergestellt sind, die größte Wichtigkeit nicht nur für die organischen, sondern auch für die anorganischen Naturwissenschaften. Die Aufnahmen erforderten aber große und kostspielige Apparate, die für den Forscher, der nicht mit bedeutenden Mitteln arbeitete, unerreichbar waren, auch war die Handhabung keine besonders einfache. Da hat nun schon seit einiger Zeit die Firma Ernemann mit ihrem kleinen Kino es möglich gemacht, daß auch die photographierende Allgemeinheit und besonders der Forscher kinematographische Aufnahmen zu machen imstande ist. Der Apparat ist klein und handlich, einfach zu handhaben sowie auch verhältnismäßig billig. Er läßt eine recht ausgedehnte Verwendung zu, habe ich ihn doch selbst für mikrokinematographische Aufnahmen angewendet; wie aus den beistehenden Abb. 266, 267 ersichtlich, wird er auch gleich zur Projektion der aufgenommenen Films benutzt. Das ist die einzige Stelle, wo ich den Films das Wort rede, da ein anderes Aufnahmematerial hier nicht zu verwenden ist.

Aufnahmen ohne Schlagschatten. Spezielle Einrichtungen.

Wir sollen uns bei allen photographischen Arbeiten vorhalten, daß wir für Reproduktion arbeiten, d. h. daß wir unsere Erfolge stets so einrichten, daß sie reproduzierbar sind. Jeder photographierende Naturforscher sollte eigentlich danach streben, nicht nur seine Zeichnungen selbst herzustellen, sondern auch, wo es geht, seine Arbeiten mit eigenen photographischen Aufnahmen zu illustrieren. Vieles, was noch von fremder Hand für wissenschaftliche Arbeiten gezeichnet wird, könnte vom Verfasser der Arbeit selbst photographiert und die Photos dann reproduziert werden. Obgleich die bloße Illustration noch immer die Hauptverwendung der Photographie darstellt, wird sie auch für diesen Zweck doch immer noch nicht genug angewandt. Es liegt das ja auch zum großen Teil daran, daß wir noch kein befriedigendes und dabei billiges Verfahren der Wiedergabe haben. Das Beste, der Kupferdruck, der auch wirklich alles wiedergibt, was das Original an Feinheit besaß, kann ebenso wie der schon viel geringwertigere Lichtdruck nicht in den Text gedruckt werden, und die Autotypie, das Verfahren der Textillustration par excellence wird wohl auch das bescheidenste Gemüt nicht



Abb. 267. Der kleine Kino als Projektionsapparat.

befriedigen. Aber auch abgesehen von der Reproduktionsart, ist die Photographie nicht überall anwendbar, und sehr häufig wollen nun gerade Anfänger sie da benutzen, wo sie schlechterdings nicht anwendbar ist. Manche Sachen sind eben nicht zu photographieren, oder vielmehr die von ihnen gewonnenen Photos sind nicht reproduzierbar. Da kann aber die Photographie nun doch noch als unschätzbares Hilfsmittel eintreten. In hervorragender Weise kann man mit ihre Hilfe die Grundlage für Zeichnungen geben, dem weniger im Zeichnen geübten und dafür begabten Forscher die Arbeit bedeutend erleichtern und einem fremden Zeichner die Verhältnisse besser klarlegen als eine Zeichnung des für diese Technik eben nicht geschulten Forschers.

Ich benutze auch vielfach die photographische Kamera direkt, das heißt ohne Zwischenschaltung einer photographischen Platte, als Zeichenapparat, wobei ich an Stelle der Mattscheibe eine durchsichtige verwende, die auf der einen Seite mit der schon vorher erwähnten Pausgelatine überzogen ist. Natürlich kann man das mit der photographischen Kamera, wie sie so ist, nicht erreichen, und so habe ich mir für das Arbeitszimmer ein, sagen wir Universalstativ hergestellt. Ich will dies vielseitige Instrument hier beschreiben, vielleicht wird sich mancher es nachbauen lassen, er wird seine Freude daran haben.

In seinem Buche „Photographischer Zeitvertreib“ gibt Schnauß auch eine Vorrichtung an, mit der man kleine Objekte schlagschattenfrei aufnehmen kann. Die Vorrichtung besteht aus einer senkrechten Kamera, einer horizontalen Glasscheibe als Objektträger und einem darunterliegenden geneigten Spiegel.

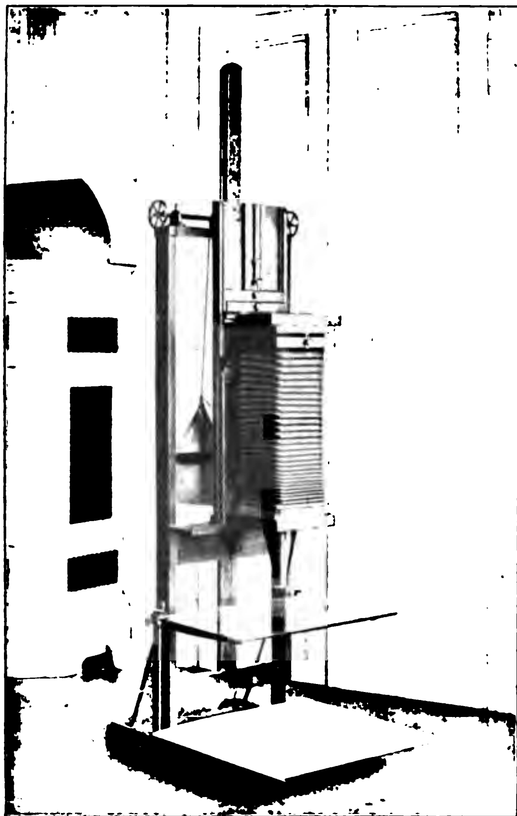
Da ich die Photographie sehr verschiedenartig anwende, so war mir bald eine ähnliche Vorrichtung wie die Schnaußsche ein Bedürfnis. Der Apparat sollte jedoch auch verschiedenartigen Anforderungen genügen, daher mußte ich mir eine besondere Anordnung schaffen. In erster Linie war die Sache so einzurichten, daß eine vorhandene Kamera leicht in den Apparat eingefügt und zur Verwendung an anderer Stelle ebensoleicht wieder abgenommen werden konnte.

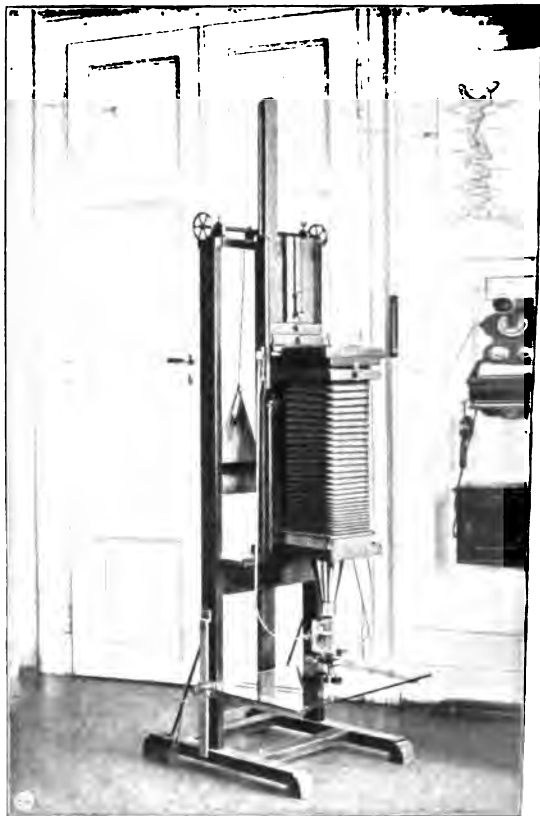
Vornehmlich mache ich Aufnahmen in direkter Vergrößerung bis 16fach bei auffallendem Licht, es mußte aber die Möglichkeit vorhanden sein, die Kamera auf die dafür nötige Länge (kurzbrennweitige Objektive vorausgesetzt) auszuziehen. Es konnte dann der Apparat von ziemlicher Verkleinerung bis zu obiger Vergrößerung benutzt werden (Abb. 268 u. 269).

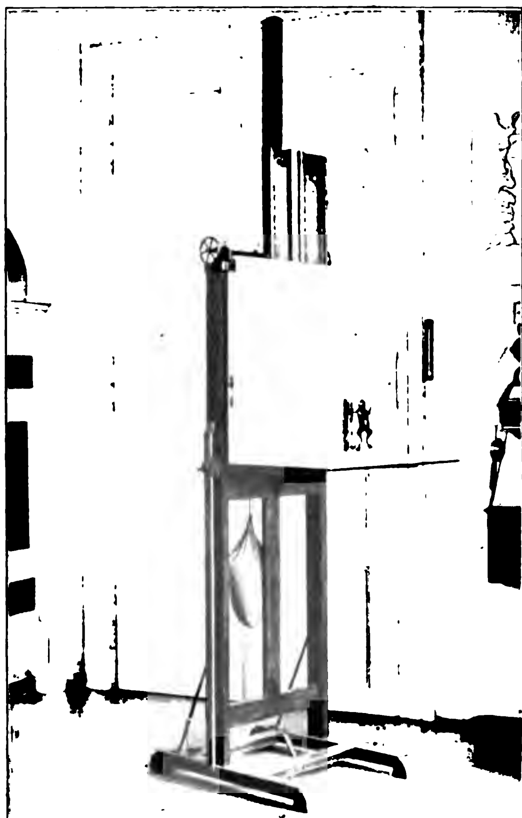
Dann mußte der Apparat auch gewissermaßen die Dienste einer Staffelei tun, so daß an ihm Zeichnungen usw. behufs Reproduktion mit der gewöhnlichen Kamera befestigt werden können (Abb. 271).

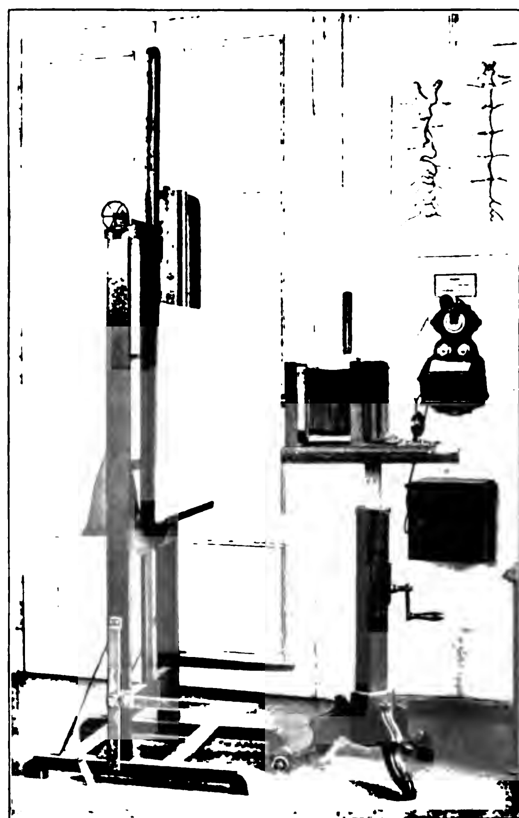
Anatomische Präparate werden in konservierenden Flüssigkeiten aufbewahrt und gewöhnlich in viereckigen Gläsern auf senkrecht stehenden Glasplatten befestigt, sie müssen senkrecht stehend photographiert werden, man kann sie nicht wie trockene Dinge auf die Glasplatte legen, um eine schlagschattenfreie Aufnahme zu erhalten. Anders wäre das mit noch nicht montierten Präparaten, sie können in genügend Flüssigkeit in einer Glasschale liegend auch auf die Glasplatte gelegt werden. Will man aber beim horizontalen Apparat der Bedingung der Schlagschattenfreiheit genügen, so müssen jene Präparatengläser so weit vom Hintergrund entfernt aufgestellt werden, daß der Schlagschatten herausfällt. Die verschiedene Größe der Gläser erfordert ein verstellbares Stativ. Auch ein solches Stativ nebst Hintergrundhalter mußte der Apparat bieten (Abb. 270).

Behufs bequemer Einstellung war zu verlangen, daß die Kamerabühne leicht verstellbar und die diese Bewegung vermittelnden Teile den Händen des Einstellenden leicht zugänglich seien. Aber auch der Objekthalter, d. h. die Glasplatte durfte keinen festen Standpunkt haben,


Abb. 268.


Abb. 269.


Abb. 270.


Abb. 271.

sondern mußte den Umständen entsprechend in der Höhe verstellbar sein. Möglichste Gedrängtheit und Verwendung der Teilstücke für die verschiedenen Zwecke war auch anzustreben, sowie die Vermeidung eines hohen Preises.

Das waren die Richtlinien, die ich mir für die Konstruktion gezogen hatte. Am leichtesten konnte ich sie innehalten, wenn ich mir den Aufbau einer senkrechten, in der Höhe verstellbaren Malerstaffelei zum Muster nahm. In einem festen Rahmen wird hier mittelst Kurbel und Schraube ohne Ende der Bildhalter auf- und niederbewegt. Die Bewegungskurbel, die unten an der hinteren Seite des Stativs sitzt, war nicht zu verwenden, da sie den den Händen eines Einstellenden, der auf die Mattscheibe blickt, nicht zugänglich ist. Ich verlegte die Bewegungsvermittlung auf das obere Querholz des Rahmens. Hier liegt in Lagern eine Welle, an deren beiden Enden sich Handräder befinden. Durch senkrecht in die Lager gehende Flügelschrauben kann die Welle an jeder Stelle festgelegt werden. Der Bildhalter an dem Malstativ liegt so gut wie in der Ebene der senkrechten Säulen, in denen er gleitet, würde man statt des Bildes eine Kamera anbringen, so würde das Objektiv nur um die halbe Höhe der Kamera von den senkrechten Säulen entfernt sein. Selbst bei einem Objektiv mit sehr kleinem Winkel würden dann schon diese Säulen mit in das Bild kommen, man könnte bei Verkleinerungen nur Objekte aufnehmen, die kleiner als die halbe Kamerahöhe wären. Um das zu vermeiden, muß die Kamerabühne so weit vorgezogen werden, daß das Objektiv über der Mitte einer großen Spiegelglasplatte, die als Objektbühne dient, steht. Ich habe meine Kamerabühne um 14 cm vorgezogen, ich würde aber raten, sie um 20 cm vorzunehmen. Dadurch wird nun aber der Schwerpunkt des ganzen Gestelles sehr weit vor die Achse, die in der Ebene der senkrechten Stützen liegt, gelegt. Das erfordert, um dem Ganzen die nötige Stabilität zu geben, Verlängerung der Füße.

Die Kamerabühne besteht nur aus einem Brett, das so breit ist wie die zu benutzende Kamera und so lang wie der voraussichtlich längste Auszug. Dies Brett ist mit festen Stützen an der Latte befestigt, die in dem Rahmen des Gestelles gleitet und auf ihrer Rückseite eine lange Zahnstange trägt. In die Zähne dieser Stange greift ein auf die Mitte der Bewegungswelle aufgekeiltes Zahnrad. Da die Bewegung leicht, aber doch ohne Eigenbewegung sein muß, ist an der Latte ein Gegengewicht angebracht. An ihrem unteren Ende ist neben der Zahnstange eine starke Schnur befestigt, die sich in einen Längsfalz der Latte einlegen kann. Diese Schnur ist unterhalb der Welle über ein oben am Gerüst befestigtes Rädchen geführt und mit einem genügend schweren Gewicht verbunden. Die Schwere des Gewichtes ist so gewählt, daß Kamera und Bühne überall auf ihrer Bahn ohne Eigenbewegung sind. Der Billigkeit wegen habe ich einen Sack mit Sand genommen, man kann es aber hübscher mit einem Bleigewicht machen, das in einer hölzernen Rinne gleitet. An den Seiten des Gerüstes ist je eine starke eiserne Schiene von ungefähr 120 cm Länge angebracht, so, daß sie 1,5 cm von den Pfeilern absteht. Diese Schienen dienen horizontal herausstehenden eisernen Trägern von 50 cm Länge als Führungen. Die Träger können in jeder Höhe durch Klemmschrauben festgelegt werden. Auf diese Träger wird eine starke Spiegelglasplatte gelegt, die als Objektbühne dient. Ein großes Reißbrett, das mit Papier in jeder gewünschten Farbe mittelst Reißstiften bezogen werden kann, wird einfach unten auf die Füße des Stativs gelegt und gibt den Hintergrund für die Objekte. Irgendeine Neigung braucht diesem Hintergrunde nicht gegeben zu werden. Einen Spiegel kann man für diesen Zweck nicht gebrauchen, da dann mit peinlicher Sicherheit Kamera, Objektiv usw. auf der Platte erscheinen würden, und da wir mit engen Blenden wenigstens bei Vergrößerungen arbeiten in ziemlicher Schärfe, auch würden wir einen Spiegel nirgends an dem Apparat wieder verwenden können.

Das ist alles, was man für die oben gekennzeichneten verschiedenartigen Aufnahmen braucht. Nur Glasplatte und Reißbrett sind mit dem Apparat nicht fest verbunden.

Nehmen wir nun an, daß wir einen kleinen Gegenstand in zehnfacher Vergrößerung aufnehmen wollen, so werden wir die Anordnung, die Abb. 268 zeigt, an dem Apparat treffen. Nachdem wir nach der bekannten Formel $f + fn$ und $f + \frac{f}{n}$ Balgenlänge und Objektivabstand berechnet,[1]) richten wir die Sache nach der Höhe so ein, daß wir noch bequem auf die Mattscheibe schauen können (sonst muß ein Tritt verwendet werden). Mit Hilfe einer Einstellupe und der Handräder gelingt es dann leicht, die beste Schärfe zu finden und sie mit der Blende auf die größte Feinheit zu bringen. Bei stärkeren Vergrößerungen wird man die Objektbühne mehr heruntersetzen.

Ich stelle den Apparat zwischen zwei im rechten Winkel zueinander stehende Fenster und kann da durch Verwendung von Blendungen, die entweder vom Kamerarande herabhängen oder auf die Spiegelglasscheibe gestellt werden, jede Schattierung im Objekt hervorrufen. Ein großes Blatt weißen Kartons, das ich zwischen Kamera und Spiegelscheibe am Apparat befestige, verhindert durch den Reflex, daß die dem Apparat zugewendete Seite des Objekts ungebührlich im Schatten liegt.

Für die Aufnahme kleiner, in Flüssigkeiten liegender Präparate, Embryonalstadien, Larven usw. verwende ich mit diesem Stativ meinen zentrierbaren Objekthalter (s. Mikrophotographie mit auffallendem Licht). Das zeigt Abb. 269. Mittelst der biegsamen Wellen ist die feinste Einstellung von der Mattscheibe aus möglich. Da die Objekte meist weiß sind, so ist der schwarze Hintergrund erwünscht, der durch das Tischchen, auf dem die Objektschale steht, gegeben wird.

Es wird nicht selten vorkommen, daß eine Zeichnung oder eine Tafel aus einem Buche reproduziert werden soll. Hier dient das Reißbrett als Halter (Abb. 271). Es wird auf die Kamerabühne gestellt, wie es der Maler mit seiner Leinwand tut, die er auf die Staffelei setzt, und oben durch einen Drahthaken, der in dem Führungsschlitze für das Hinterteil der Kamera gleitet, festgehalten. Die zu reproduzierenden Abbildungen werden auf dem Reißbrett befestigt, und die Kamera auf ihrem Stativ dem Reißbrett gegenüber aufgestellt. Es ist sehr leicht, ihr die für die Reproduktion nötige genaue Stellung zu geben.

Ich sprach von der Aufnahme von Präparaten, die in mit konservierenden Flüssigkeiten gefüllten Gläsern stehen, sie können nicht auf die horizontale Objektbühne gelegt werden. Da treffe ich die Anordnung, die Abb. 270 zeigt. Das Reißbrett bleibt mit dem gewünschten Hintergrund wie vorher auf der Kamerabühne stehen, die Träger der Glasplatte werden aber nun bis zur nötigen Höhe hinaufgeschoben und festgestellt. Sie tragen die Glasplatte, und auf diese wird das Präparat gestellt. Es ist so weit vom Hintergrund entfernt, daß man leicht jeden Schlagschatten seitlich herausfallen lassen kann.

Abb. 268, 269, 271 zeigen noch den Apparat in seiner älteren Ausführung mit kurzen Führungsschienen, da konnte die letztbeschriebene Anordnung nicht getroffen werden. Die letzte Ausführung mit langen Schienen zeigt Abb. 270. Am Apparat hängen unten Holzkeile, die ein Feststellen bei nicht ganz ebenem Boden ermöglichen.

Natürlich kann man den Apparat für jede Stativkamera einrichten. Die von mir am Anfang erwähnte Globus G 9 × 12 würde aber mit ihrem nur 42 cm betragenden Auszug auch mit vorgeschaltetem Objektivtubus und kurzbrennweitigem Objektiv doch nur eine geringe

1) f = Brennweite des Objektivs,
n = Vergrößerungs- oder Verkleinerungszahl.

Vergrößerung geben, es ist daher rätlich, hier eine größere Kamera zu verwenden. Ich benutze eine kleine Atelierkamera 12×16,5, in die ich noch ein Balgenstück von 1 m Länge eingefügt habe. Es dient mir diese Kamera gleich als die Kamera meines mikrophotographischen Apparates, da ich leider nicht in der Lage bin, mir die große mikrophotographische Einrichtung von Zeiß zu kaufen.

Mikrophotographie.

Von allen photographischen Techniken wird gemeinhin die Mikrophotographie für eine besonders schwierige und wenig Erfolg versprechende gehalten und das eigentlich sehr mit Unrecht. Freilich, eine jede Technik muß erlernt werden, und erfordert die ernste Photographie überhaupt schon Überlegung, Ausdauer und Geduld, so ist das ganz besonders bei der Mikrophotographie der Fall. Dem geübten Photographen wird auch diese Technik nichts weniger als unübersteigbare Schwierigkeiten machen; daß natürlich der Photographierende mit der mikroskopischen Technik bewandert sein muß, ist ja wohl selbstverständlich.

Ein besonderer Grund für den Ruf geringen Erfolges mit der Mikrophotographie ist auch der, daß Versuchende all und jedes, was sich ihnen im Mikroskop als der Beobachtung zugänglich darbot, auch zu photographieren versuchten. Was schon bei der allgemeinen Photographie als Grundsatz zu gelten hat, daß eben nicht all und jedes vor die Kamera zu bringen ist, gilt in hervorragendem Maße für die Mikrophotographie, sie ist in ihrer Anwendung sehr viel begrenzter als die allgemeine Photographie, meine Ausführungen werden das des näheren klarlegen. Das Mikroskopobjektiv bildet nur eine einzige Ebene scharf ab, wir würden daher nur Präparate, die nur in einer einzigen Ebene liegen, beobachten können, wenn wir nicht mit Hilfe der Mikrometerschraube die Brennebene des Objektivs unaufhörlich in der optischen Achse verlegen könnten. Dadurch wird es uns möglich, auch dicke Präparate, wenn sie nur noch genügend durchsichtig sind, zu durchmustern. Unser Auge empfindet nicht die über oder unter der momentan beobachteten Ebene liegenden Schichten, ja wir sind imstande, uns sogar ein Bild, das in verschiedenen Ebenen liegt, zu rekonstruieren. Etwas anders ist es mit der photographischen Platte, sie kann nicht kombinieren, sie sieht und bildet ab nur die Ebene, auf die ihr Auge, das Objektiv, eingestellt ist, d. h. diese Ebene sieht sie scharf, die anderen Ebenen aber sieht sie auch, aber verwaschen und unscharf und bildet sie auch unscharf auf und unter der Scharfen ab. Daraus folgt, daß für Mikrophotographie mit durchfallendem Licht nur die dünnsten Präparate in Frage kommen, nur dünne Schnitte, einzellige Wesen. Je höher die Vergrößerung, desto mehr tritt diese den Naturgesetzen entsprechende Eigenschaft des Mikroskopobjektives zutage. Daher auch die Beliebtheit der Mikrophotographie in der Bakteriologie, in der Protozoen- und Diatomeenforschung. Tiefe des Objektives würde ja auch, wenn sie vorhanden wäre, gar oft nicht mal erwünscht sein, da die Übereinanderlagerung der Ebenen, auch wenn alle scharf kämen, das Bild leicht verwirren müßte.

Über Mikrophotographie gibt es ausgedehnte und vorzügliche Lehrbücher, so das von R. Neuhauß, das ich jedem, der sich tiefer in diese Sache versenken will, angelegentlichst empfehlen möchte, denn es ist wohl selbstverständlich, daß in dem Rahmen dieser Abhandlung ich nicht, wie Neuhauß in seinem Buche, Geschichte, genaueste Technik und ihre Entwicklung bringen kann. Meine Aufgabe ist nur, die allgemeine Technik an der Hand eines Apparates zu beschreiben und dadurch zum Versuch anzuregen. Es gibt jetzt eine große Menge von Apparaten für diese Technik, und sie lassen sich in zwei große Abteilungen teilen, nämlich in solche, bei denen Mikroskop und Kamera auf einer gemeinsamen Fußplatte stehen, und solche, bei denen jedes getrennt auf seinem besonderen Stative oder Tische steht. Dem letzteren ist

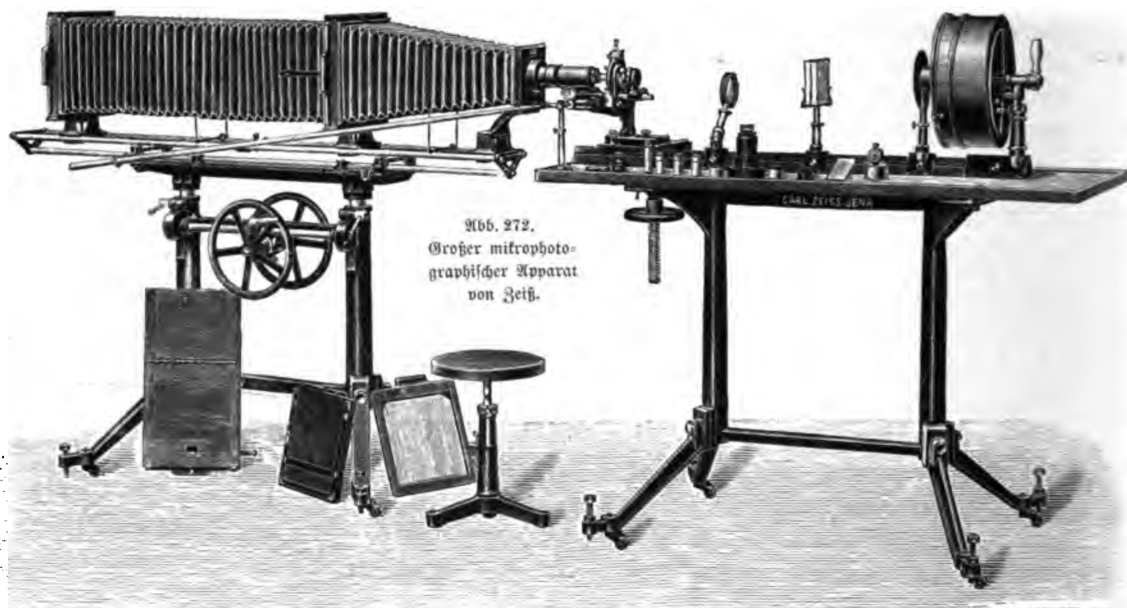


Abb. 272. Großer mikrophotographischer Apparat von Zeiß.

unter allen Umständen der Vorzug zu geben, wenn auch solche Apparate teurer sind und den anderen eine größere Universalität nachgesagt wird. Ein mikrophotographischer Apparat muß in erster Linie absolut sicher und ruhig aufgestellt werden. Jede Erschütterung würde der Aufnahme verderblich sein, denn wir arbeiten nicht mit Momenten, die mikrophotographische Aufnahme ist die Zeitaufnahme im wahren Sinne des Wortes. Aber in keinem Hause, wenigstens nicht in einem Stadthause, wird ein vollkommen erschütterungssicherer Raum zu finden sein, daher muß man dafür sorgen, daß sich Erschütterungen des einen Teiles nicht auf den anderen übertragen, und das kann nur beim geteilten Apparat gemacht werden. Die vollendetste mikrophotographische Einrichtung ist die von Zeiß (Abb. 272), die ihre Ausbildung durch Dr. Koehler erhalten hat, dessen wissenschaftlichen Überlegungen und Konstruktionen die moderne Mikrophotographie ihre Höhe verdankt. Ich werde mich an diesen Apparat halten, den ich hier abbilde. Er ist ganz besonders für die Arbeiten mit durchfallendem Licht, also für die Aufnahme mikroskopischer Präparate eingerichtet. Die beistehende Abbildung wird meine Ausführung verständlich machen.

Stärkere Vergrößerungen bedürfen einer längeren Kamera, daher ist die horizontale Aufstellung der gesamten Apparatur die bequemere. Nächst Kamera und Mikroskop ist die Beleuchtung die Hauptsache. Die Lichtquelle hat sich in der optischen Achse des gesamten Systems zu befinden und muß mit Einrichtungen versehen sein, um sie zu konzentrieren und zu filtrieren. Je nach der Art der Aufnahme mit schwachen oder starken Mikroskopobjektiven hat man das Bild der Lichtquelle an einer anderen Stelle der optischen Achse entstehen zu lassen. Die photographische Platte ist nicht für alle Strahlen empfindlich, man fährt am besten, wenn man mit monochromatischem Licht arbeitet. Dann können auch die Objektive, wie alle Achromaten, Fokusdifferenz haben und die Präparate gefärbt sein. Um ein solches Licht hervorzurufen, bedient man sich der in Küvetten untergebrachten flüssigen Lichtfilter. Diese Apparate, die Linsen zur Konzentration der Lichtstrahlen, die Filter und Apparate zur Absperrung der Randstrahlen müssen auch alle zentrisch zur optischen Achse stehen, sie stehen zwischen Mikroskop und Lichtquelle verschiebbar auf einer Stahlleiste, der sog. optischen Bank.

Für die Beleuchtung empfehle ich in erster Linie, da ja Gas überall leicht erhältlich und Sauerstoff jetzt auch billig beschafft werden kann, das Kalklicht, und zwar in der von der Firma Unger & Hoffmann als „Sollux" (Abb. 273) auf den Markt gebrachten Form. Es reicht für alle Arbeiten aus, brennt ruhig und gleichmäßig und bedarf nur geringer Wartung. Für schwächere Vergrößerungen ist das hängende Gasglühlicht sehr empfehlenswert.

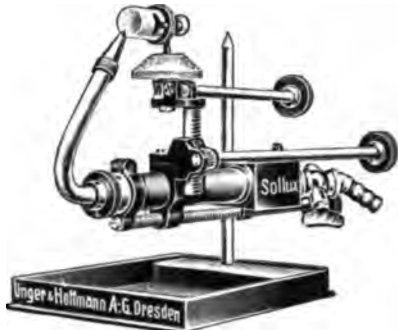


Abb. 273. Solluxbrenner von Unger & Hoffmann, Dresden.

Als Filter ist für die stärkere Lichtquelle das Zettnowsche Filter zu nehmen. Man erhält es, indem man 35 g Kupfervitriol in 300 ccm Aqua dest. löst, 0,5 g Kaliumbichromat und 1 ccm Schwefelsäure hinzusetzt. Es ist in der nötigen Schicht von 1 cm sehr dunkel und erfordert angemessene Verlängerung der Exposition. Die Lösung hat die wenig angenehme Eigenschaft, die nach dem Leyboldschen Verfahren angefertigten Glasküvetten zu sprengen, wenn sie sich länger darin befindet. Man leere also die Küvetten sofort nach Gebrauch aus und spüle tüchtig mit Wasser nach. Zu empfehlen ist auch, die inneren Ränder der Küvetten mit Paraffin zu überziehen. Für schwächere Vergrößerung und schwächeres Licht genügt ein Filter von konzentrierter wäßriger Pikrinsäurelösung.

Die übrigen notwendigen Teile werden von den optischen Firmen geliefert.

Sehr wichtig für die Erzeugung eines guten Mikrophotogrammes ist ein gleichmäßig beleuchtetes Gesichtsfeld, das ist aber nur durch richtig angeordnete Kondensorlinsen zu erhalten. Beim Gebrauch der Planare oder ähnlicher mikrophotographischer Systeme für schwächere Vergrößerung ist das besonders schwierig. Man muß dabei verfahren wie beim Projektionsapparat für Diapositive. Der Kondensor sendet die Strahlen der Lichtquelle durch das Objekt hindurch und vereinigt sie zu einem Bilde der Lichtquelle, das in der Blendenebene des Objektives liegt. Da der dabei benutzte sog. Brillenglaskondensor nur klein ist, würde er, wenn die Lichtquelle am Ende der optischen Bank stände, das Gesichtsfeld nicht ganz erleuchten. Daher muß man mit einer sog. Kollektorlinse vor der Lichtquelle und einer zweiten Linse vor dem Brillenglaskondensor, dicht vor diesem ein reelles Bild der Lichtquelle in ungefähr natürlicher Größe erzeugen. Bei Lichtquellen wie hängendem Gasglühlicht und schwacher Vergrößerung kann man ja die Lichtquelle so nahe dem Kondensor aufstellen, daß dieser ihr Bild in die Blendenebene des Objektives wirft (Abb. 274, Abb. 275).

Bei Arbeiten mit starker Vergrößerung muß ein Bild der Lichtquelle auf die Iris des Abbeschen Beleuchtungsapparates geworfen werden, das etwas größer ist als diese Öffnung, was mit Hilfe des Kollektors geschieht. Der Abbesche Beleuchtungsapparat bildet dann die freie Öffnung des Kollektors in Gestalt einer kleinen helleuchtenden Scheibe in der Objektebene ab. Dicht hinter dem Kollektor (von der Lichtquelle gerechnet) wird eine Irisblende aufgestellt, wodurch man die Kollektoröffnung so weit reduzieren kann, daß ihr Bild in der Objektebene nur den abzubilden-

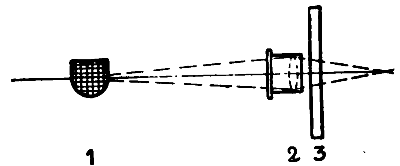


Abb. 274. Beleuchtung (Strahlengang) mit Gasglühlicht und Brillenglaskondensor. 1 Lichtquelle, 2 Brillenglaskondensor, 3 Tisch des Mikroskops.

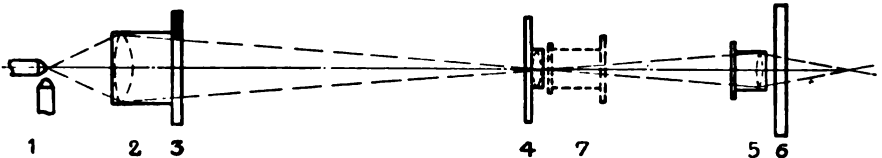


Abb. 275. Beleuchtung (Strahlengang) mit starker Lichtquelle (Bogenlicht) und Brillenglaskondensor. 1 Lichtquelle, 2 Kollektor, 3 Kollektorblende, 4 Sammellinse, 5 Brillenglaskondensor, 6 Tisch des Mikroskops, 7 Polarisator oder Filter.

den Teil des Objektes beleuchtet, wodurch auch allerlei das Bild verschleiernde Reflexe vermieden werden (Abb. 276, 277).

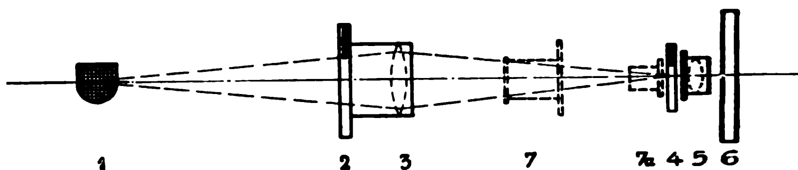


Abb. 276. Beleuchtung (Strahlengang) mit Gasglühlicht und Abbeschem Beleuchtungsapparat. 1, 2, 3 wie in Abb. 275 7 oder 7a Polarisator auf Reiter im Abbe, oder Filter, 4 Iris des Abbe, 5 Abbe, 6 Tisch des Mikroskops.

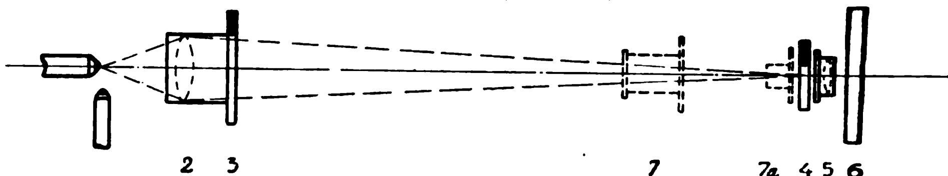


Abb. 277. Beleuchtung (Strahlengang) mit Bogenlicht und Abbeschem Beleuchtungsapparat.

Es ist wohl als bekannt vorauszusetzen, daß in der letzten Zeit durch Dr. Köhler von der Firma Zeiß eine Apparatur geschaffen wurde, die es ermöglicht, mit ultraviolettem Licht zu photographieren, und daß durch diese Einrichtung die Mikrophotographie zu einem Forschungsmittel ersten Ranges geworden ist, von dem man hochinteressante Aufschlüsse erwartet. Ich glaube aber, daß es den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde, wenn ich auch auf diese Spezialanwendung hier einginge, ich muß Interessenten auf die speziellen Arbeiten darüber und auf das Lehrbuch von Neuhauß hinweisen.

Eine seltener angewendete Art ist auch die Mikrophotographie bei Dunkelfeldbeleuchtung, für die verschiedene Firmen besondere Kondensoren in den Handel bringen, wie Zeiß mit dem Paraboloidkondensor und dem kleinen Planktonkondensor, der besonders für Aufnahmen mit Mikroplanar f = 20 mm eingerichtet ist.

Bei allen diesen Arbeiten fällt das Licht durch das Präparat hindurch, es können nur durchsichtige Präparate aufgenommen werden, die Aufnahmen mit auffallendem Licht werden nicht so häufig gemacht. Man hat dafür die Objektive mit sog. Vertikalilluminator. Die Firma Zeiß bringt auch ein besonderes Mikroskopstativ nach Martens in den Handel, das es ermöglicht, z. B. Metallschliffe mit Immersion aufzunehmen.

Für meine Arbeiten über Insekten fehlte es an einer Einrichtung, die es ermöglichte, gespießte trockene Insekten oder ihre Teile in schwacher Vergrößerung bis ungefähr 12 bis 16 mal aufzunehmen. In gewöhnlicher Art photographiert erhielt man tiefe, das Objekt entstellende Schlagschatten sowie Schatten auf dem Hintergrund. Es war auch nicht möglich, dem Objekt mit der Hand eine solche Lage zu geben, daß die möglichste Schärfe über das ganze Bild gewährleistet wurde. Bei einem gut präparierten Tier war das noch einigermaßen möglich, das sind aber die meisten und häufig gerade die kostbarsten nicht und die dürfen nicht

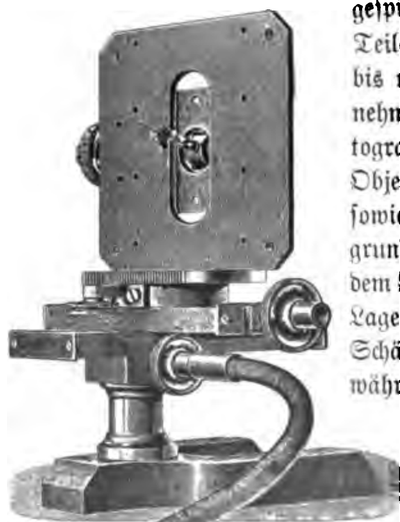

Abb. 278. Objekttisch für Mikrophotographie mit auffallendem Licht nach Wandolleck.


Abb. 279. Verwendung von 278 für den Gebrauch mit durchfallendem Licht.



Abb. 280. Spiegelreflexkamera von Goltz-Breutmann in Verbindung mit Mikroskop. Geringe Vergrößerung.



Abb. 281. Wie Abb. 280, doch Zwischenschaltung eines Balgen, um stärkere Vergrößerungen zu erhalten.

einmal umpräpariert werden. Daher konstruierte ich mir einen allseitig verstellbaren Objekttisch, der mit Mikroskopfuß versehen bei der horizontalen mikrophotographischen Einrichtung an die Stelle des Mikroskops gesetzt wird. Ich habe diesen Apparat in der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie XVIII beschrieben, und bilde ihn anbei ab (Abb. 278 u. 279). Mittels dieses Apparates kann das Objekt in sechs verschiedenen Richtungen bewegt werden und drei von diesen Bewegungen, die Scharfeinstellung in der Richtung der optischen Achse, die zu ihr senkrechte horizontale und die vertikale Bewegung können von der Mattscheibe aus durch biegsame Metallschläuche ausgeführt werden. Außerdem gestattet der Tisch noch eine Drehung um die senkrechte Achse des Objektes sowie eine Drehung des Objektes um die horizontale und ein Auf- und Abschwenken. Das Tier steckt auf einem Glasrohr, das bei seitlicher Beleuchtung keinen Schatten auf den Hintergrund wirft, den man durch verschiedenfarbiges Papier wählen kann, wie man will. Mit Hilfe dieses Apparates sind mir Flügelgeäderaufnahmen gelungen von Flügeln, die in der verdrehtesten Weise am Tier standen, und die Aufnahmen unterscheiden sich nur wenig von solchen, die von Präparaten gefertigt wurden. Es ist dem Objekttisch noch ein Halter bei-



Abb. 282. Mikrokinoeinrichtung von Ernemann.

gegeben, der es ermöglicht, große durchsichtige Präparate mit durchfallendem Licht zu photographieren, wobei dann auch das Objektiv an der Kamera befestigt ist. Auch ein Tischchen findet sich noch, um in Flüssigkeiten liegende Dinge mit der vertikalen Kamera aufzunehmen. Leider existiert die Firma, die den Apparat ausführte, nicht mehr.

Alle diese mikrophotographischen Aufnahmen waren Zeitaufnahmen und manchmal von recht langer Dauer. Der Wunsch, auch schnelle, also Momentaufnahmen mikroskopischer Dinge zu machen, ist schon recht alt und erst in neuster Zeit der Verwirklichung näher gebracht.

Ich besprach bei der allgemeinen Photographie die Spiegelreflexkamera von Goltz-Breutmann. Es ist der Firma gelungen, diese Kamera mit einem Mikroskop zu verbinden, so daß man mit dieser Anordnung Momentaufnahmen lebender Präparate herstellen kann. Die Spiegeleinrichtung ermöglicht es, die Objekte bis zum für die Aufnahme günstigsten Momente zu beobachten. Da solche Lebewesen sich wohl immer in Flüssigkeiten befinden, so ist der vertikalen Anordnung der Vorzug zu geben. Mit energischer Lichtquelle und Pikrinfilter kann man bis zu einer ziemlichen Vergrößerung gehen. Ich bilde die Einrichtung anbei ab (Abb. 280, 281).

Von der Momentphotographie bis zur Kinematographie ist ja nur ein Schritt, und er ist getan worden, man hat jetzt brauchbare Apparate für Mikrokinematographie. Ich habe mich am Anfang der Sache auch mit dieser Technik beschäftigt, wo ich das Ernemannsche kleine Kino, ein Zeiß-Mikroskop und Planar benutzte. Ich konnte auf der Dresdner Ausstellung einige Films vorführen. Die Firma Ernemann hat nun nach den damals gewonnenen Erfahrungen einen festen Mikrokinoapparat konstruiert, den ich hier im Bilde vorführe. Es wird jetzt das große Kino als Aufnahmeapparat benutzt, der größere Bilder gewährleistet, er wird auch durch einen kleinen Elektromotor in Bewegung gesetzt, was den Aufnehmenden

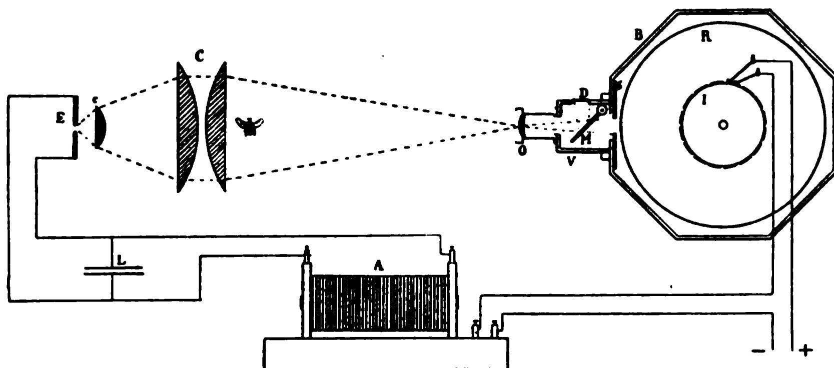


Abb. 283. Einrichtung nach Lucien Bull zur Kinematographie des Insektenflügelschlages.

sehr entlastet, vor allen Dingen aber ist an ihm eine Vorrichtung getroffen worden, die es ermöglicht, während der Aufnahme die Objekte stets im Auge zu haben. An der Seite ist ein Okular angebracht, durch das man nicht nur scharf einstellt, sondern eben auch das Objekt stets kontrolliert. Auf einer optischen Bank stehen Lichtquelle, Kollektor und Filter (Abb. 282).

Für die Bewegung mikroskopischer Objekte reicht die Einrichtung eines Kinos aus, man glaube jedoch nicht, daß sie auch ausreiche, z. B. die Flügelbewegung eines Insektes wiederzugeben und zu analysieren.

Das Problem, die Bewegungen der Tiere zu analysieren, wurde zuerst durch Marey und Muybridge annähernd gelöst und hat im modernen Kino seine vollkommene Lösung erfahren. In der allerneuesten Zeit ist es aber erst L. Bull in Paris gelungen, auch die Bewegung des Insektenflügels abzubilden und zu analysieren. Eine sehr komplizierte Apparatur war dazu nötig, und ich bilde sie anbei in einem Schema ab (Abb. 283), das der Arbeit L. Bulls entnommen ist. Zur Beleuchtung benutzt er den überspringenden elektrischen Funken. *R* ist ein Rad, auf dessen Umfang ein Film von 108 cm Länge gespannt ist. Das Rad wird durch einen Elektromotor in sehr schnelle Bewegung versetzt. Auf der Achse dieses Rades befindet sich ein Stromunterbrecher *J*, der bei der Umdrehung des Rades eine gewisse Anzahl Male den Primärstrom einer Induktionsspirale *A* unterbricht. Jede Unterbrechung verursacht bei *E* hinter dem Kondensor *C* einen Induktionsfunken. Der Kondensor wirft die Strahlen in das Objektiv *O*, in dessen Brennweite sich der Film bewegt. *M* und *D* stellen eine Spiegelreflexeinrichtung dar, die es ermöglicht, vor der Aufnahme das richtige Funktionieren zu beobachten. Nahe dem Kondensor läßt man das zu photographierende Insekt frei fliegen. Durch eine besondere Vorrichtung löst das fortfliegende Insekt den Mechanismus selbst aus. Der Funke springt zwischen Magnesiumelektroden über und ist daher reich an ultravioletten Strahlen. Daher bestehen auch Kondensor und Objektiv aus Quarz, der durch Islandspat achromatisiert ist.

Ich habe diese Vorrichtung nur besprochen, um zu verhindern, daß jemand sich an zeitraubende und erfolglose Versuche mit einem Kino macht.

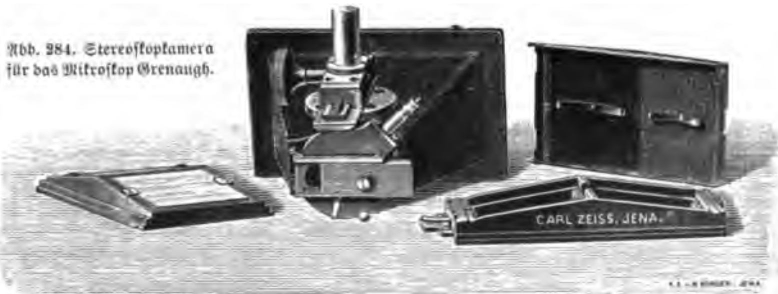
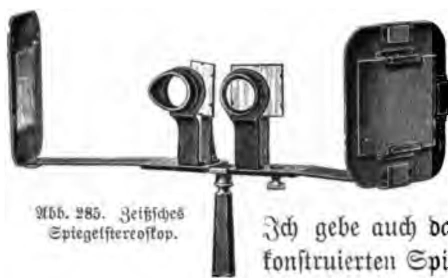


Abb. 284. Stereoskopkamera für das Mikroskop Greenough.

Die Schönheit stereoskopischer Bilder regte auch sehr früh dazu an, auch Mikrostereogramme herzustellen. Man benutzte dabei die sog. stereoskopische Wippe, mit der man nach der ersten Aufnahme dem Objekt eine


Abb. 285. Zeißsches Spiegelstereoskop.

geneigte Lage gegen die optische Achse gab. Die Ausbildung der stereoskopischen Mikroskope nach Grenaugh ließ es zu, direkte Stereoskopaufnahmen mit einer Doppelkamera, die an Stelle des Prismentubus eingehängt wird, zu machen. Die Einrichtung wird von Zeiß hergestellt, und ich bilde sie anbei ab (Abb. 284). Ich gebe auch dazu die Abbildung des zur Betrachtung dieser Bilder konstruierten Spiegelstereoskops, mit dem allein eine natürliche Stereoskopie hervorgerufen werden kann (Abb. 285).

Es ist absichtlich in diese Abhandlung kein Kapitel über Röntgenphotographie aufgenommen worden. Diese Technik hat mit der gesamten andern Photographie ja nur die lichtempfindliche Platte gemeinsam und ist im übrigen ein vollkommen anderes Verfahren, das eine ganz besondere Spezialausbildung und Ausrüstung verlangt und sich nicht in den Rahmen einer solchen Abhandlung wie diese bringen läßt.

In der Hauptsache beziehen sich meine Ausführungen ja auf die Photographie der Gebilde, die meiner Wissenschaft, der Zoologie, am nächsten stehen, aber auch andere Naturwissenschaftler werden unschwer in ihren Gebieten genau dieselben Apparate und Techniken anwenden können. Stativkamera, Spiegelreflexkamera, Anastigmat, Teleobjektiv, sowie die mikrophotographische Einrichtung begreifen ja das Ganze in sich, was auf photographischem Gebiet für den Naturforscher wichtig ist. Wenn diese meine Ausführungen dem schon mit der Photographie Vertrauten weitere Anregung geben und besonders ihn veranlassen, diese Technik in seinem Spezialforschungsgebiet anzuwenden, so ist der Zweck dieser Zeilen erfüllt, und es wird damit dann auch die Photographie mehr und mehr zu einem Forschungsmittel werden.

Literatur.

Vogel, E. Taschenbuch der Photographie. Berlin, Gustav Schmidt. (Die Auflagen folgen sehr bald aufeinander.)

Schmidt, H. Die photographische Praxis. Berlin, Union Deutsche Verlagsgesellschaft.

Freyer, C. Das Skioptikon in der Schule. Dresden, Verlag des Apollo.

Harting, H. Optisches Hilfsbuch für Photographierende, Gustav Schmidt.

Neuhaus, R. Lehrbuch der Mikrophotographie. Leipzig, S. Hirzel.

Exkursionen.

Von Prof. Dr. K. Fricke, Oberlehrer an der Oberrealschule zu Bremen.

I. Die erziehliche Bedeutung des Unterrichts im Freien.

„Der Unterricht im Freien ist für die Naturkunde sowie für die geographische und geschichtliche Heimatkunde auf alle Weise zu fördern." So lautete einer der Beschlüsse der zwar für die Forderungen der damaligen Zeit ziemlich ergebnislosen, aber doch für die Anbahnung der Schulreform von 1900 bedeutungsvollen Schulkonferenz, die — kaum ein Jahr nach dem Regierungsantritte unseres Kaisers — durch Kabinettsorder vom 1. Mai 1889 von dem damaligen Kultusminister v. Goßler berufen war und in Berlin vom 4. bis zum 17. Dezember 1890 tagte. Obwohl auf dieser Konferenz von dem naturwissenschaftlichen Unterrichte und seiner Bedeutung im allgemeinen recht wenig die Rede war, zumal man auf eine eigentliche Fachvertretung von vornherein verzichtet hatte, so fand doch dieser Antrag des verdienstvollen D. Frick, des Leiters der Franckeschen Stiftungen zu Halle a. S., lebhafte Unterstützung und wurde ohne Widerspruch von der Versammlung angenommen.[1])

Leider war dieser Beschluß nicht von nachhaltiger Wirkung. Nachdem der „Unterricht im Freien" eine Zeitlang zu einem beliebten Schlagwort geworden war, über das man überhaupt nicht mehr debattiert, sondern das man als gegebene Wahrheit hinnimmt, geriet er auch bald in Vergessenheit. Ähnlich ging es einer andern wertvollen Anregung, die einige Jahre vorher Friedrich Junge gegeben hatte, indem er empfahl, die Betrachtung einer „Lebensgemeinschaft" zum „Schwer- und Angelpunkt" des naturgeschichtlichen Unterrichts zu machen. Nach dem Erscheinen seines „Dorfteiches"[2]) galt es bald in vielen pädagogischen Kreisen als Dogma, daß dem Unterrichte eine „Lebensgemeinschaft" statt des „Systems" zugrunde gelegt werden müsse, wobei es sich dann allerdings gelegentlich herausstellte, daß nicht die Beobachtung einer wirklichen Lebensgemeinschaft aus der Umgebung des Schulortes gemeint war, sondern daß das Jungesche Buch vom „Dorfteich" einfach als Leitfaden benutzt wurde. Junge selbst scheint diesen Mißbrauch geahnt zu haben; er schreibt auf S. VIII des Vorwortes: ... „der ‚Dorfteich' soll ja nur im allgemeinen zeigen, wie die Lebensgemeinschaft zu behandeln ist, wie die Tatsachen zu verknüpfen sind: aber es soll beileibe nicht ein Buch sein, aus welchem man unterrichten könne — der Lehrer muß aus der Natur unterrichten."

Der Ruf nach dem Unterricht im Freien war in der Hauptsache ein Notschrei, er sollte den Unterricht von dem eingewurzelten scholastischen Vorurteil des Bücherwissens befreien. „In der Naturbeschreibung sollte das Lernen aus Büchern untersagt werden", das war die These eines der Berichterstatter[3]) in der oben erwähnten Dezemberkonferenz. Die methodische

---

1) Verhandlungen über Fragen des höheren Unterrichts. Berlin, W. Hertz 1891. S. 482, 552, 558, 782 u. 797.

2) F. Junge, Naturgeschichte der Volksschule. I. Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft. Kiel, Lipsius und Tischer 1885.

3) Dr. Schiller (Gießen). Verhandl. von 1890, S. 42.

Behandlung von sog. Lebensgemeinschaften würde hierzu am besten beitragen. Das setzte allerdings voraus, daß der Unterricht zum größten Teil im Freien erteilt würde. „Der Junge würde bei dieser Unterrichtsmethode nicht mehr bloß sein besonderes Kästchen für Botanik, Zoologie usw. haben, sondern er würde in der Natur leben und mit ihr umgehen und die Natur als Ganzes erschauen lernen"[1]). Ebenso befürworteten auch andere Redner[2]) Ausflüge und den Unterricht im Freien im Interesse eines Einblicks in den natürlichen Zusammenhang der Naturvorgänge wie einer wohlverstandenen Heimatkunde.

Wenn es trotzdem noch in neuerer Zeit wieder nötig geworden ist, auf die Bedeutung, ja auf den durch andere Mittel nicht ersetzbaren Wert solcher Ausflüge in die Natur hinzuweisen, so liegt die Schuld an manchen äußeren Schwierigkeiten, mit denen die Ausflüge zu kämpfen haben, nicht aber daran, daß Gründe vorlägen, heute über die Bewertung der Exkursionen anders zu denken, oder daß es an ernstlichen Versuchen zu methodischer Durcharbeitung und praktischer Durchführung dieses Verfahrens gefehlt hätte.

Schon Hermann Müller, der Altmeister der biologischen Behandlung des naturgeschichtlichen Unterrichts, hatte in seinem Lehrplan, den er im Jahre 1865 als Beilage zu dem Osterprogramm der Lippstädter Realschule veröffentlichte, und der unter dem Ministerium Mühler in vielen Punkten zur Instruktion der Lehrer des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den neuen Provinzen Preußens verwendet wurde, die Ausflüge als integrierenden Teil des naturgeschichtlichen Unterrichts behandelt. In seiner im Jahre 1879 erschienenen Rechtfertigungsschrift[3]) bezeichnet er die Bedeutung dieser Veranstaltungen mit den Worten: „Da den Sinn für die Beobachtung der lebenden Natur zu wecken eine Hauptaufgabe des naturgeschichtlichen Unterrichts ist, so sind regelmäßige, gleichzeitig auf die Beobachtung der Tier- und Pflanzenwelt gerichtete Exkursionen, welche einen integrierenden Teil des Unterrichts bilden, ganz unerläßlich." Er schildert dann weiter, wie solche Ausflüge gehandhabt werden müssen.

Der auf der Dezemberkonferenz von 1890 herrschenden günstigen Strömung verdankte einige Jahre später das Buch von G. Lüddecke[4]) berechtigte Anerkennung, zumal es gleichzeitig einer anderen Forderung der genannten Konferenz Rechnung trug. Es handelte sich um die Frage der sog. Konzentration der Unterrichtsfächer, um das Bestreben, das auf den höheren Schulen ausgebildete Fachlehrersystem auf das Klassenlehrersystem der Volksschulen zurückzubilden[5]), ein Wunsch, von dem sich manche auch heute noch nicht ganz frei machen können, namentlich, wenn es sich um die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer handelt, dessen Erfüllung sich aber in Wirklichkeit selbst für die Volksschulen in das Gegenteil zu verkehren scheint. Im Sinne dieser Konzentrationsbestrebungen suchte Lüddecke die Unterrichtsfächer in zwei Abteilungen zu gruppieren, die er als Beobachtungs- und Mitteilungsunterricht einander entgegenstellt.

Es würde sich nicht lohnen, auf diese ziemlich weit zurückliegenden Verhandlungen ein-

1) Derselbe, a. a. O. S. 430. 2) Dr. Göring (Berlin), a. a. O. S. 451.

3) H. Müller, Die Hypothese in der Schule und der naturgeschichtliche Unterricht an der Realschule zu Lippstadt. Bonn, Emil Strauß 1879. S. 31 f. — Weitere Urteile von Fachlehrern der damaligen Zeit über die schulgemäße Einrichtung von Exkursionen findet man in dem „Handbuch für Lehrer höherer Schulen" (Leipzig, B. G. Teubner 1906) S. 508 in dem Artikel „Biologie" von B. Landsberg.

4) G. Lüddecke, Der Beobachtungsunterricht in Naturwissenschaft, Erdkunde und Zeichnen an höheren Lehranstalten. Mit einem Vorworte von H. Schiller. Braunschweig, O. Salle 1893.

5) Verhandlungen von 1890, S. 42; Bericht zu Frage 8, S. 45, Nr. 9. Ferner S. 420 f. Berichterstatter Dr. Schiller. Begründung der Forderung S. 430 f. — Dagegen sprach der Berliner Stadtschulrat Bertram S. 521 f. — Beschluß S. 797.

zugehen, wenn nicht auch in neuerer Zeit ähnliche Bestrebungen auf etwas veränderter Grundlage vor die Öffentlichkeit getreten wären, die in dieser neuen Gestalt volle Beachtung verdienen. Ich denke dabei an die Arbeiten von Robert Flatt, Direktor der oberen Realschule und Privatdozenten an der Universität Basel[1]). Auch er vermißt in den höheren Schulen „gerade dasjenige, was in der Volksschule den Kernpunkt der unterrichtenden und erziehenden Tätigkeit ausmacht, die sog. Konzentration des Unterrichts, d. h. die Verbindung der einzelnen Unterrichtsfächer"[2]).

Dabei liegt es dem Verfasser fern, das Fachlehrersystem in den höheren Schulen der Konzentration zum Opfer zu bringen; er erklärt ganz unzweideutig: „Auf der oberen Schulstufe muß bei den Anforderungen an die wissenschaftliche Tüchtigkeit der Lehrer der Fachunterricht aufrecht erhalten bleiben".[3]) Sein Wunsch geht vielmehr dahin, eine Erweiterung des Schulbetriebes zu suchen, welche gestattet, „die gewünschte Konzentration des Unterrichts, also die Verbindung der verschiedenen Unterrichtszweige zu einem organischen Ganzen durchzuführen und gleichzeitig unsern erzieherischen Einfluß zu stärken", und er erblickt ein Mittel zu diesem Zwecke „in der regelmäßigen Veranstaltung von Klassenausflügen mit wissenschaftlichem Plane unter der Leitung eines oder mehrerer Lehrer".

Noch näher hat er seine Anschauungen dargelegt in seinem Buche „Der Unterricht im Freien auf der höheren Schulstufe" mit durchgeführten Beispielen aus verschiedenen Unterrichtsgebieten (Naturwissenschaften und Geographie, Zeichnen und Mathematik, Geschichte und Sprachen, körperliche Erziehung)[4]). Seine Ausführungen gipfeln in folgenden Erwägungen: Wenn dem Schüler die Wissenschaft nur in der Schulstube entgegentritt, und ihm keine Anleitung gegeben wird, auch außerhalb der Schule seine Umgebung aufmerksam zu beobachten, so zeigt sich bei manchen theoretisch gut veranlagten und in der Schulstube vorzüglich arbeitenden Schülern oft eine verhängnisvolle Unbeholfenheit im Kampfe des Lebens, während theoretisch weniger begabte Schüler, die aber praktischen Sinn betätigen, später den sogenannten Musterschülern den Rang ablaufen. Anknüpfend an die von Felix Klein auf der Versammlung Deutscher Philologen und Schulmänner in Basel (1907) ausgegebene Losung „Freiheit und Gemeinsinn"[5]) sieht der Verfasser den Schwerpunkt der ganzen Reform darin, „daß wir durch Verbesserung der Unterrichtspläne und der Lehrmethoden auf allen Schulstufen, Hochschulen inbegriffen, darnach streben, ohne Einbuße an intellektueller Kraft die körperliche Tüchtigkeit und Gesundheit und die moralische Kraft auf ein höheres Niveau zu bringen. An der Lösung dieses großen nationalen und zugleich allgemein menschlichen Problems kräftig mitzuwirken, ist eine der wichtigsten Aufgaben, welche die Gegenwart insbesondere den höheren Lehranstalten stellt, da diese allzusehr durch einen beinahe ausschließlichen Verbalismus in der Schulstube in einer unvollständigen und darum mit einem viel zu geringen Nutzeffekt arbeitenden Unterrichtsweise stehen geblieben sind und die gesunde körperliche Entwicklung der anvertrauten Jugend vielfach gehindert und die Charakterbildung stark vernachlässigt haben. Eines der Mittel, hier etwelche Abhilfe zu

---

1) R. Flatt, Klassenausflüge mit Unterricht im Freien auf der höheren Schulstufe. Natur und Schule. III. Bd. 1904. S. 212f.

2) A. a. O. S. 213. 3) A. a. O. S. 214.

4) In Verbindung mit Lehrern der oberen Realschule herausgegeben vom Rektor dieser Anstalt Dr. Robert Flatt. Frauenfeld, Huber & Co. 1908.

5) Vgl. Universität und Schule. Sonderabdruck der auf der genannten Versammlung gehaltenen Vorträge über die wissenschaftliche Ausbildung der Lehramtskandidaten. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner 1907. S. 9.

schaffen, ist die teilweise Verlegung des Unterrichts ins Freie durch häufige Veranstaltung von wohl vorbereiteten Klassenausflügen zu unterrichtlichen Beobachtungen und Übungen."

Das sind goldene Worte, die namentlich bei allen denen einen freudigen Widerhall finden werden, die, von aufrichtiger und opferfreudiger Liebe für das heranwachsende Geschlecht erfüllt, sich dem Berufe des Lehrers und Erziehers der Jugend gewidmet haben, die gesonnen sind, die schlummernden jugendlichen Kräfte zu wecken und zur Entfaltung zu bringen und aus ihnen Werte zu schaffen; die nicht in dem Ehrgeiz aufgehen, nach einseitig philologisch-bürokratischen Gesichtspunkten vor allem „ungeeignete Elemente fernzuhalten" und „den Schülerballast abzustoßen".

Flatt findet es nicht zu verwundern, daß unter den bestehenden Zuständen sich nicht selten „der Jüngling der Führung seiner Lehrer aus innerem Drang zu entziehen sucht"; es dürfte sich allerdings lohnen, zu untersuchen, welche Momente wohl ausreichend sind, „zur Erklärung einer vielerorts bestehenden Spannung — um nicht zu sagen Entfremdung — zwischen Lehrern und Schülern" (a. a. O. S. 3).

Daß gemeinschaftliche Ausflüge in die freie Natur, auch wenn sie in erster Linie auf wissenschaftliche Ziele eingestellt sind, doch ein sehr geeignetes Mittel bieten, „Schüler und Lehrer persönlich einander näher zu bringen und das schöne Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler zu schaffen, wie es doch gerade in dieser wichtigsten Lebensperiode des Schülers bestehen sollte" (S. 4), das kann auch ich nach den Erfahrungen einer 39jährigen Lehrtätigkeit bestätigen. Ich vermag aber nicht den Segen dieses freieren Verkehrs mit der Jugend besser zu schildern als Flatt: „Die Schülerausflüge zeigen dem Lehrer die Schüler von so verschiedenen Seiten, daß er manchen wertvollen Aufschluß über die Eigenart der einzelnen Schüler gewinnt und dadurch vor manchem falschen Urteil, vor Unter- und Überschätzung bewahrt bleibt. Umgekehrt lernen die Schüler den Lehrer nicht nur von der fachwissenschaftlichen Seite kennen, sondern erhalten einen Einblick in sein ganzes Wesen als Mensch und Erzieher. Rechnen wir noch dazu den Umstand, daß die ganze Umgebung, die freie Natur, frische Luft und Sonnenschein, der blaue Himmel und der Anblick der freundlichen Landschaft eine gehobenere Stimmung erzeugt als die prosaische Schulstube, so wird es uns leicht verständlich, daß zwischen Lehrer und Schülern engere persönliche Beziehungen geknüpft werden, welche die Arbeit in der Schule ganz wesentlich erleichtern, ihren Erfolg erhöhen und ihre Wirkung viel nachhaltiger werden lassen" (S. 9).

Es entspricht durchaus meinen Erfahrungen, daß man auf keine Weise mehr als auf den Ausflügen seinen Schülern menschlich näher zu treten vermag; daß man hier ihre Vorzüge wie auch ihre Schwächen besser kennen und würdigen und damit sowohl ihre natürliche Veranlagung wie auch ihre gesamte geistige Reife gerechter zu beurteilen lernt, als es durch „Extemporalien" und den herkömmlichen Prüfungsbetrieb jemals möglich ist. Das erziehliche Moment des freieren Verkehrs von Lehrern und Schülern auf den Ausflügen betont schon K. Kollbach[1]), indem er anknüpft an einen Ausspruch Diesterwegs: „Nur dann fühlt sich der einzelne Schüler innerlich beglückt, wenn er wahrnimmt, daß der Lehrer seine Eigentümlichkeiten kennt, seine Vorzüge beachtet, seine Schwächen trägt und ihn in der von seiner Natur geforderten Weise fördert." Er fährt dann fort: „Wie leicht läßt sich dies aber auf Spaziergängen erreichen, und wie dankbar ist der Schüler für diese Teilnahme! Ich habe stets empfunden, daß in den Unterrichtsstunden, welche auf einen Ausflug folgten, eine innigere

1) K. Kollbach, Naturwissenschaft und Schule. Köln a. Rh., P. Neuber 1894. S. 353. — Vgl. auch den ganzen Abschnitt XII „Schulausflüge" S. 350ff., in der älteren Auflage „Methodik der gesamten Naturwissenschaft". Leipzig, Fues Verlag (R. Reisland) 1888. S. 289ff.

Stimmung zum Ausdruck kam, und daß die Erinnerung an die gemeinsam erlebten Freuden, die gemeinsam empfangenen Natureindrücke ihre Strahlen noch für mehrere Tage belebend und erwärmend in den Unterricht hineinleuchten ließ."

Wir müssen diese ethische und soziale Bedeutung, die auch den naturwissenschaftlichen Unterrichtsausflügen zukommt, um so mehr betonen, je mehr man auf philologischer Seite geneigt ist, ausschließlich für den literarisch-historischen Teil des Unterrichts eine ethische Einwirkung auf die Jugenderziehung in Anspruch zu nehmen, und sich in neuerer Zeit gewöhnt hat, geradezu von „ethischen Fächern" zu reden. Ohne Frage fällt dem Geschichts- und Sprachunterricht, namentlich dem deutschen, eine wichtige Aufgabe zu; sie lehren, richtig betrieben, „menschliche Dinge menschlich teilnehmend zu verstehen".[1] Aber es darf nicht vergessen werden: mehr als das Reden über menschliche Dinge vermag der lebendige Umgang des Menschen mit Menschen, vermag der persönliche Verkehr des Lehrers mit seinen Schülern, wie er in der freien Natur gepflegt werden kann, wirksame ethische Kräfte zu entfalten. Mit beredten Worten hat der Rektor Dr. Dähnhardt[2]) bei dem Festaktus zur Feier des vierhundertjährigen Bestehens der Nikolaischule in Leipzig diesen Empfindungen Ausdruck gegeben: „Der Kampf gegen die Selbstsucht" und „die Freude am Ideal", so führt er aus, gehören in der Gegenwart zu den obersten erzieherischen Pflichten. „Aber wahrlich kein Lehrplan, kein Regelzwang der Welt vermag hier zu helfen, wenn es uns nicht gelingt, jene Freudigkeit des Herzens zu erzeugen, die, ihrer selbst gewiß, inmitten von Fäulnis und Siechtum nimmer den Mut des Ausharrens, nimmer den Mut des Schaffens verliert.

Da aber sollte die Freundschaft helfen können, die ohne den Frohsinn nicht zu denken ist. Sie zeigt die Welt in freundlicherem Lichte. Denn wie der Mensch ist, sieht ihn die Welt an. Die Welt ist, wie Thackeray sagt, ein Spiegel, in welchem jeder sein eigenes Antlitz erblickt. Wer mit saurer Miene hineinschaut, sieht darin ein saures Gesicht; und wer hineinlächelt, findet darin einen fröhlichen Gefährten.

Als ein Mittel, Freundschaft und Frohsinn zu pflegen, dienen uns die Schülerwanderungen: Wohlauf, die Luft geht frisch und rein, wer lange sitzt, muß rosten! So haben wir einst auf gemeinsamer Streife gesungen. Und in gemeinsamem Spiel, bei gemeinsamem Lagern ging uns das Herz auf, und Landschaft und Sonnenschein weckten gute Gedanken." — Und weiter: „Was unserer Jugend not ist, wie das tägliche Brot, das ist mildes Verständnis für das, was an jedem der Achtung und Pflege wert ist. Um das zu erkennen, muß man freilich mit und unter der Jugend leben, mit ihr arbeiten, mit ihr feiern, auf ihren Ton sich stimmen, nicht Lehrer, sondern Mensch sein mit Menschen."

Es liegt auf der Hand, daß neben der Pflege eines freieren und einflußreicheren Verkehrs des Lehrers mit seinen Schülern auch die Pflege des Heimatsinnes[3]) zu den weiteren ethischen Aufgaben eines richtig geleiteten Unterrichts im Freien gehört. Begeistert ruft Karl G. Volk in seinen „Geologischen Wanderungen am schwäbischen Meere"[4]) die

1) Vgl. F. Poske, Die humanistischen Elemente im realistischen Unterricht. Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften 1910. XVI. Jahrg. S. 75ff. — Über die sogenannten „ethischen" Fächer vgl. auch den Vortrag von R. v. Hanstein: Biologie und Schule. Abhandl. der Gesellsch. Deutscher Naturforscher und Ärzte 1912. Sonderabdruck S. 21.

2) Moderne Ziele gymnasialer Pädagogik. Sonderabdruck aus Nr. 144 der Leipziger Neuesten Nachrichten vom 24. Mai 1912.

3) Vgl. Conwentz, Die Heimatkunde in der Schule. Berlin, Gebr. Borntraeger 1904.

4) Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht 1910. III. Bd. S. 13 u. 14.

Worte aus: „Heimat, Heimat! O! warum ist auch jeder Erdenwinkel so schön, über den sich des Menschen Kinderhimmel spannt!“ ... „Und die Schule? Auch sie fängt an, der Heimat Altäre zu bauen. Weit öffnet sie in ihrem Hause die alten Fenster des didaktischen Formalismus, auf daß erfrischend und belebend hereinströme: Heimatluft und Heimatlicht! Seitdem Comenius, der Bacon unserer Pädagogik, es zu allen Schultüren des Landes hereingerufen hat: ‚Die Menschen müssen in der Weisheit so viel als möglich nicht aus Büchern unterwiesen werden, sondern aus dem Himmel, der Erde, den Eichen und Buchen‘, seitdem Rousseau der aufhorchenden Menschheit das Naturevangelium der Waldheimat verkündigte — seither waren es die Besten, die immer und immer wieder auf die Segenskraft der Heimat hingewiesen haben.“

Es würde eine kurzsichtige Einseitigkeit bekunden, wollte man verkennen, daß außer der naturwissenschaftlichen auch andere Betrachtungsweisen auf den heimatkundlichen Ausflügen zur Geltung gebracht werden könnten. So will auch Flatt bei solchen Veranstaltungen „alle möglichen Fächer miteinander in Beziehung setzen“, aber es liegt ihm fern, „einer solchen Zersplitterung das Wort zu reden, die sich nicht in ein spezielles Gebiet vertiefen mag, sondern nur an der Oberfläche bleibt und schmetterlingsartig von Gegenstand zu Gegenstand flattert und in jeder Unterrichtsstunde die allerentferntesten Gebiete miteinander ‚verwurstelt‘“ (S. 5). Schließlich ist es doch von ausschlaggebendem Wert, einen Gesichtspunkt als den herrschenden jedesmal in den Vordergrund zu rücken. Ein aufmerksames Studium der zahlreichen von Flatt beschriebenen Beispiele durchgeführter Klassenausflüge (a. a. O. S. 15—140) läßt erkennen, daß auch bei ihm die naturwissenschaftlichen, insbesondere die geologischen und biologischen Beobachtungen in der freien Natur — wie es sich von vornherein erwarten ließ — bei weitem überwiegen; sie sind es auch, mit denen wir uns, dem Charakter des vorliegenden Werkes entsprechend, im folgenden ausschließlich zu beschäftigen haben. Sehr richtig bringt auch ein anderer Vorkämpfer der heimatkundlichen Exkursionen[1]) das Wiederaufleben des Heimatgedankens mit dem Aufblühen der Naturwissenschaft in Verbindung; jedenfalls ist das wissenschaftliche Verständnis für die heimatliche Natur berufen, die Heimatbewegung auf eine gesicherte Grundlage zu stellen. So ist auch seine Forderung zu verstehen, daß „aus dem Urgrunde der heimatlichen Umwelt eine bodenständige gesunde Bildung unseres Volkes erwachsen muß“ (S. 75).

Zu den humanistischen Aufgaben des heimatkundlichen Unterrichts im Freien gehört schließlich auch die Ausbildung des ästhetischen Naturgefühls, die Pflege des Natursinns durch wissenschaftliche Vertiefung, die trotz des ausgedehnten Reisebedürfnisses der Gegenwart, trotz der „Völkerwanderungen“, wie sie Alfred Biese nennt, die sich „in den Sommermonaten aus den Städten aufs Land und in die Dörfer, ans Meer und ins Gebirge“ ergießen, zu den Fortschritten der Naturwissenschaft im 19. und 20. Jahrhundert nicht in entsprechendem Verhältnis steht. „Man radelt und photographiert, man rudert, angelt und segelt und — schwärmt auf Ansichtspostkarten“, ob man aber damit einem wirklichen Naturverständnis näher kommt? Er hätte auch hinweisen können auf die zahlreichen Schülervereinigungen der Wandervögel, Pfandfinder und wie sie heißen, die alle von dem der Jugend eingewurzelten Hange Zeugnis ablegen, die Schönheit der Natur an der Quelle zu genießen — sollte das nicht auch ein Wink sein für die Schule, mit weitblickendem und nicht durch Vorurteile getrübtem Auge den Bedürfnissen der Gegenwart entgegenzukommen?

In einem sehr lesenswerten Aufsatze: „Vom Wesen und Werden des modernen Natur-

1) A. Tecklenburg, Schule und Heimat. Hannover und Berlin, Carl Meyer (Gustav Prior) 1909.

gefühls"[1]) sagt der genannte Verfasser, dessen Untersuchungen über die geschichtliche Entwicklung des Naturgefühls[2]) in weiten Kreisen bekannt geworden sind: „Zur Natur gewinnt nur derjenige ein innigeres Verhältnis, der eine gewisse Reife und Fülle von Vorstellungen zu ihr in Beziehung zu setzen vermag" (a. a. O. S. 271). So schickt auch der Münchener Geologe A. Rothpletz seinen „Geologischen Wanderungen im Rhätikon" die Worte voraus: „Wer die Alpen durchwandert, dem werden die Höhen und Tiefen, ihre Farbenpracht, der Pflanzenschmuck, die Hochfelder ewigen Schnees, das blaue Eis der Gletscher, die stillen Seen und die rauschenden Gewässer stets eine unversiegbare Quelle des Genusses und unerschöpflicher Freude sein, aber bei alledem bleiben ihm die Berge selbst doch etwas Fremdartiges. Erst wenn er auf ihre Gesteine und deren Anordnung achtet und einen Einblick in ihren geologischen Bau erlangt, hören die Berge für ihn auf, aus nur zufällig geformten und aneinander gereihten Höhen zu bestehen; jeder Berg erhält für ihn seine bestimmte Individualität und Geschichte; sie fangen an mit ihm zu sprechen und werden jetzt erst seine wahrhaftigen Freunde."[3])

Aber wie wenige Menschen von den vielen, die in die Berge reisen, verstehen ihre Sprache! Wenn sie nicht von rein sportlichen Interessen oder gar nur von dem Bedürfnis, eine Mode mitzumachen, getrieben werden, so stößt man im besten Falle bei ihnen auf das romantische Naturempfinden des 18. Jahrhunderts, das auf einen mystischen Eindruck der gewaltigen Berg- und Schneemassen beschränkt ist und sich in stürmischen Äußerungen der Bewunderung für die Großartigkeit der — leider unverstandenen — Schaffenskraft der Natur zu äußern pflegt. Von einer Vertiefung des Naturgefühls durch gesteigerte Naturerkenntnis, wie man es im Zeitalter der Naturwissenschaft wohl erwarten dürfte, ist selbst bei akademisch Gebildeten oft wenig zu merken. Dagegen ist noch immer das — allerdings schon oft widerlegte — Vorurteil zu finden, als ob wissenschaftliche Erkenntnis und ästhetisches Empfinden einander ausschließen müßten. Hat nicht im 15. Jahrhundert Leonardo da Vinci durch wissenschaftliches Studium der Perspektive und der menschlichen Anatomie der Zeichnung erst die sichere Grundlage gegeben? Niemand aber wird behaupten, daß infolgedessen bei seinen Kunstwerken das ästhetische Empfinden Schaden genommen hätte. Sehr treffend bemerkt ein anderer Mitarbeiter der oben erwähnten Zeitschrift: „Der Tourist möge aber nicht glauben, daß durch ein genaueres Studium der Natur die Freude und der Genuß an ihr geschmälert wird. Im Gegenteil! Wie der Kunstverständige einen viel größeren Genuß bei Besichtignng eines schönen Domes haben wird, wenn er imstande ist, die Gedanken des Baumeisters nachzudenken und zu erfassen, ebenso wird es dem Alpenwanderer ergehen, der den Bauplan unserer Alpen und damit das Charakteristische der Landschaft versteht".[4]) Oder wie ein anderer Schriftsteller der wanderlustigen Jugend zuruft: „Wie die Sprache der Griechen zwar jedem Ohre wohlklingt, aber den vollen Genuß doch nur der empfindet, der sie versteht, so werdet ihr auch die Natur um so lebendiger empfinden, je mehr ihr ihre Sprache versteht, je mehr ihr den Sinn erfaßt, der in ihren Formen liegt".[5])

1) Der Säemann, Leipzig, B. G. Teubner. 1905. 1. Jahrg., 9. Heft, S. 269 f.

2) A. Biese, Die Entwicklung des Naturgefühls bei den Griechen und Römern. Kiel 1884.

Derselbe, Die Entwicklung des Naturgefühls im Mittelalter und in der Neuzeit. Leipzig. 2. Auflage. 1892.

3) Zeitschrift d. deutschen u. österreich. Alpenvereins. 1900. Bd. XXXI. S. 42 f. Vgl. auch die schöne Abhandlung von E. Hogenauer, Der Alpinismus als Element der Kulturgeschichte. Ebenda. S. 80 f.

4) R. Schäfer, Was uns die Gesteine der Alpen erzählen. A. a. O. 1893. XXV. Bd. S. 81—127.

5) Küstenwanderungen, Biologische Ausflüge von V. Franz. Dr. Bastian Schmids naturwissenschaftl. Schülerbibliothek. 8. Bd. Leipzig u. Berlin, B. G. Teuber 1901. S. 2.

Dieses Verständnis in der heranwachsenden Jugend zu erwecken, sie zu scharfer aber sinniger Naturbeobachtung anzuregen, zu zeigen, wie auch das Schöne und Erhabene in der Natur mit der strengen Gesetzmäßigkeit des Naturgeschehens in Einklang zu bringen ist, das ist jedenfalls eine bedeutsame Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts und insbesondere des Unterrichts in der freien Natur, die bisher noch viel zu wenig beachtet wurde.[1]) „Kunsterziehung ist das Schlagwort unserer Zeit. Wo aber bleibt die Naturerziehung?" Mit diesen Worten beginnt A. Biese seinen oben erwähnten Aufsatz. Er fährt dann fort: „Es ist bezeichnend genug, daß unsere Sprache dies Wort kaum kennt. Und warum nicht? Weil auch der Begriff vernachlässigt wird."

Die Pflege der Naturerziehung wird ihre humanistische Aufgabe darin finden, die Jugend in das innere Verständnis der Schönheiten der Natur einzuführen, sie anzuleiten, in der Natur ein Kunstwerk zu sehen, und dadurch die ästhetische Genußfähigkeit und die Freude an der Natur zu steigern. Sie wird durch die Übung von Auge und Hand klar blickende und selbständig denkende und handelnde Menschen heranbilden. Wenn sie diese Aufgabe richtig erfaßt hat, so kann auch die Auffassung eines sächsischen Schulmannes in Erfüllung gehen, die der Direktor Dr. Pahner[2]) in seinen „Schulwanderungen" anführt: „Von einer intensiveren Pflege des Auges und der Hand wird eine ungeahnte Erneuerung unseres künstlerischen Empfindens und Wollens, unseres Urteilens und Denkens, unserer gesamten Welt- und Lebensanschauung in herrlicher Weise hervorsprießen, eine wahre Renaissance unseres gesamten geistigen Lebens, die sich in den nächsten Jahrhunderten zu ähnlicher reicher Blüte und Frucht entfalten wird, wie in den vorangegangenen Jahrhunderten das humanistische und im Mittelalter das ritterliche Ideal."

II. Allgemeine Bemerkungen über den Betrieb naturwissenschaftlicher Ausflüge.

Über den Betrieb naturwissenschaftlicher Ausflüge besteht zwar, wie B. Landsberg schreibt, „eine große Literatur", aber „noch kaum der Anfang einer Einigung". Im Jahre 1903 hat er im II. Bande der Zeitschrift Natur und Schule in einem Artikel „Zur Frage der unterrichtlichen Ausflüge" die Fachgenossen „zur Weiterarbeit an einem Unterrichte aufgefordert, der zur vollen Wirkungsfähigkeit erhoben viel dazu beitragen kann, unsere Jugend heimisch zu machen in der Natur und sie die rechte Stellung in ihr und im Leben finden zu lehren" (S. 151).

Auf diese Anregung ist sowohl in der genannten Zeitschrift wie auch in ihrer Fortsetzung, den seit 1907 erscheinenden Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht[3]) eine Reihe von wertvollen Beiträgen und Berichten veröffentlicht, die im folgenden neben eigenen Erfahrungen und anderen auf diesen Gegenstand bezüglichen Literaturerscheinungen Berücksichtigung finden sollen.

Die Gründe, die Landsberg in dem genannten Artikel für die bedauerliche Tatsache anführt, daß die Unterrichtsausflüge trotz aller theoretischen Anerkennung sich noch immer so wenig in der Praxis des Schullebens eingebürgert haben, gelten auch noch heute. Denn erstens „leicht oder gar ein Vergnügen für den Unterrichtenden, wie manche außerhalb des Schullebens Stehende annehmen, ist die Veranstaltung wissenschaftlicher Klassenausflüge keines-

1) Vgl. darüber auch Friedrich Ratzel, Über Naturschilderung. München u. Berlin, R. Oldenbourg.

2) Schulwanderungen. Leipzig, Dürr'sche Buchhandlung 1905. S. 21.

3) Beide im Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.

wegs"; wenigstens gilt das für einen nicht unerheblichen Teil sonst durchaus bewährter und pflichtgetreuer Pädagogen. Um „Vergnügen" an solchen Ausflügen zu finden, gehört dazu ein natürliches Verständnis für den jugendlichen Frohsinn, der sich nicht immer in wohlerzogenen Formen zu äußern pflegt, ohne daß in jedem Falle eine strafbare Absicht zugrunde läge. Es bedarf hier eines feinen Unterscheidungsvermögens zwischen den Äußerungen harmloser Lebensfreude und sträflicher Unbotmäßigkeit, der selbstverständlich mit aller Strenge von vornherein zu begegnen ist. Von dem Führer aber muß man gute Nerven verlangen und eine stete Hand, er darf auch in schwierigen Lagen den Kopf nicht verlieren und muß sich hüten, weder Zügel noch Sporen zu mißbrauchen. Landsberg bemerkt sehr treffend: „Wer allerdings so tief in schulmeisterlicher Pedanterie steckt, daß ihm jede Äußerung froher Jugendlust als tadelnswerte Unruhe erscheint, der mag sich hüten, seinen Guerillakrieg gegen die Jungen aus dem Klassenzimmer in die freie Natur zu verlegen."

Ähnlich verhält es sich mit den Bedenken, die sich an die Frage der Haftpflicht knüpfen, sowohl bei etwaigen Unglücksfällen wie auch für den vielleicht durch Mutwillen oder Unvorsichtigkeit der Schüler verursachten Flurschaden. Beides liegt ja ohne Frage im Bereich der Möglichkeit. Auch bei dem besten Willen und bei der sorgfältigsten Aufsicht kann der führende Lehrer seine Augen nicht überall haben; im Walde oder im Gebüsch ist es manchmal nicht zu vermeiden, daß der einzelne sich zeitweise den Blicken des Lehrers entzieht. Wer die unter solchen Umständen auf dem Lehrer lastende Verantwortung scheut, sollte lieber zu Hause bleiben, obwohl ja heutzutage reichlich Gelegenheit geboten wird, sich und die Schüler gegen Schaden und Unfall zu versichern.[1]) Ich persönlich kann nur berichten, daß ich in den 39 Jahren meiner Amtstätigkeit ohne „Versicherung" ausgekommen bin und niemals nennenswerte Unfälle erlebt habe. Dabei bin ich in jüngeren Jahren sehr eifrig auf Exkursionen tätig gewesen, in den guten Sommermonaten meist zweimal in der Woche, auch hat auf ihnen niemals ein ängstlicher Zwang, sondern eine freie und fröhliche Stimmung gewaltet, an die sich meine früheren Schüler bei jeder Begegnung im späteren Leben noch immer gern erinnern. Freilich muß hier Ordnung herrschen, wenn der Zweck der Ausflüge erreicht werden soll, sie darf aber nicht pedantisch gehandhabt werden.[2]) „Gute Disziplin ist für die Schulausflüge unbedingt erforderlich, mehr noch als in der Schulstube", schreibt B. Schmid; er fährt dann fort: „Ob es gerade nötig, daß man auf Äußerlichkeiten sieht, wie Marschieren, Aufstellen nach ganz bestimmten Reihen oder auf eine mehr militärische Organisation des Ganzen, möchte ich bezweifeln. Ich habe das nie so gehalten, weil solche Dinge nach meinen Dafürhalten das Wesen der Disziplin nicht ausmachen, und weil diese militärische Art wenig zu der ganzen Stimmung in der freien Natur paßt. Wem die Schüler drinnen in der Schule gehorchen, der hat auch draußen leichtes Tun, vor allem dann, wenn der betreffende Lehrer eine Disziplin hat, die nicht auf Furcht, sondern auf Liebe und Achtung beruht." Zweifellos ist das Gesagte durchaus richtig und nachahmenswert; die Bemerkungen über militärische Disziplin beziehen sich offenbar auf die Einrichtungen, die Lüddecke in seinem Buche über den „Beobachtungsunterricht" beschrieben hat. Für die „Feldübungen", wie er den Unterricht im Freien bezeichnet, hat er eine fast militärische Marschordnung durchgeführt mit Arbeitsgeräten und Tornistern, mit Gruppenführern und Ordnern usw., die als allgemeinverbindliche Regel be-

1) Vgl. darüber Bastian Schmid, Der naturwissenschaftliche Unterricht. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner 1907. — Auf den Abschnitt über die unterrichtlichen Ausflüge (S. 250—261) möchte ich hierbei ganz besonders hinweisen, da alle wesentlichen Punkte in ihm behandelt sind.

2) Vgl. darüber z. B. Max Oettli, Zur Methodik des Unterrichts im Freien. Monatshefte 1911. IV. Bd. S. 241 f.

trachtet wohl etwas über das Ziel hinausschießen dürfte. Es geht aber aus den weiteren Darlegungen Lübbeckes hervor, daß er durch diese Regeln keineswegs den jugendlichen Frohsinn beeinträchtigt, der im Freien zum Durchbruch kommt; er erhebt auch keineswegs den Anspruch, daß seine Einrichtungen etwa auf andere Schulverhältnisse übertragen werden sollten, sondern er wollte lediglich den Weg vor Augen führen, den er selbst seit Jahren mit gutem Erfolg gewandelt ist.

Auch ich muß bekennen, daß ich auf Strecken, auf denen nicht beobachtet und gesammelt wird, gern habe marschieren lassen, namentlich auf Ausflügen mit den unteren und mittleren Klassen. Man kommt schneller vorwärts und hält die Leute besser zusammen, die sich sonst im Gelände, namentlich auf Waldwegen leicht verlaufen. Wenn frische Marschlieder dazu gesungen werden, so gewöhnen sich die Jungen leicht an diese Ordnung und finden sogar Vergnügen daran. Auch in den oberen Klassen habe ich es oft erlebt, daß die Schüler selbst darum baten, antreten zu dürfen, weil es sich so besser im Takt singen und marschieren läßt.

Um zunächst bei dieser äußeren Ordnung zu verweilen, möchte ich hinzufügen, daß es sich bei meinen Ausflügen ganz von selbst eingebürgert hat, daß die Schüler bei der Ankunft an den Erholungsorten an einer gemeinschaftlichen Tafel Platz nehmen und daß sie von hier aus etwaige Erfrischungen bestellen und auch bezahlen; letzteres empfiehlt sich, um späteren Irrtümern vorzubeugen, durch das gleichzeitige Bestellen an der gemeinsamen Tafel behält man den Überblick über die bestellten Getränke und kann auf diese Weise der Neigung zur Unmäßigkeit entgegentreten, namentlich wenn man den Wirt verpflichtet, nichts zu verabfolgen, was nicht an der Tafel bestellt ist. Was in dieser Hinsicht zu gestatten und zu verbieten ist, läßt sich nicht in allgemeingültige Regeln fassen, das muß dem Takt des führenden Lehrers überlassen bleiben; außerdem richtet es sich selbstverständlich nach der Witterung und nach der jeweiligen Altersstufe der Klasse. Nach meinen Beobachtungen hat in den letzten Jahren unter den Schülern die Neigung zu Unmäßigkeiten im Genuß alkoholischer Getränke gegen früher merklich abgenommen; die Sportübungen machen hier einen wohltuenden Einfluß geltend, man trifft immer mehr Schüler, die von selbst den Alkohol beim Wandern als nicht sportmäßig verschmähen.

Die darauf bis zur Rückfahrt etwa noch übrigbleibende Zeit habe ich gern durch frische Bewegungsspiele und fröhlichen Gesang ausfüllen lassen. In jüngeren Jahren habe ich mich auch persönlich eifrig am Spiel beteiligt und darin ein gutes Mittel gefunden, nicht nur der Eigenart meiner Schüler näherzukommen, sondern auch ihr Zutrauen zu erwerben, um bei geeigneter Gelegenheit freundschaftlich auf sie einwirken zu können.

Selbstverständlich können solche Regeln nur da Anwendung finden, wo es sich um Ausflüge handelt, die längere Zeit in Anspruch nehmen, bei denen das Ziel vielleicht erst durch Eisenbahnfahrt erreicht werden kann.

Fast mit Neid muß es den Großstädter erfüllen, wenn er die Schilderungen liest, die Kossenhaschen[1]) von seinem ausgiebigen Unterrichtsbetriebe im Freien gibt. Die glückliche Lage des Mariengymnasiums in Jever, am Rande der Stadt und am Park des großherzoglichen Schlosses, der für Unterrichtszwecke zur Verfügung steht, begünstigt offenbar den Unterricht im Freien ganz außerordentlich. Der Spielplatz der Schule grenzt außerdem an Obst- und Gemüsegärten, hinter denen sich ein ausgedehntes Acker- und Wiesenland mit reicher Flora befindet. Anzuerkennen ist das entgegenkommende Verhalten der Besitzer, das jedenfalls wiederum dem Wohlverhalten der Schüler zu verdanken ist. Nicht nur, daß es anstands-

1) A. Kossenhaschen, Der botanische Unterricht im Freien. Natur und Schule 1905. IV. Bd. S. 97 f.

los gestattet ist, auf dem Ackerlande alle vom Wege und von den Furchen aus erreichbaren wildwachsenden Pflanzen zu suchen, sondern auch im großherzoglichen Park ist es erlaubt, für Unterrichtszwecke den Rasen zu betreten und sogar von den Bäumen und Sträuchern Unterrichtsmaterial zu entnehmen. Ein Gartenbesitzer kam den Wünschen des Verfassers so weit entgegen, daß er zur Anlage einer neuen Hecke etwa 20 Baum- und Straucharten verwandte, die später heckenhoch gehalten wurden. Sie dienen den Schülern jetzt alle Jahre dazu, aus der Blattform die einzelnen Baum- und Straucharten zu erkennen. Selbstverständlich ist, daß unter diesen Umständen streng darauf gehalten wird, jeden Mißbrauch der erteilten Erlaubnis zu verhüten, daß beim Ausnehmen der Kräuter keine Kulturpflanzen mit ausgerissen werden, daß die Schüler sich gesittet betragen und allen, die auf dem Acker beschäftigt sind, mit Freundlichkeit und Höflichkeit begegnen. „Es ist mir nicht bekannt, daß Klagen über die Schüler jemals geführt worden sind", schließt der Verfasser diese Auseinandersetzung. Möchte doch jeder Lehrer dasselbe von seinen Schülern sagen können! Aber wie oft hört und sieht man, daß Großstädter sich im Freien benehmen, als wenn alle Eigentumsrechte der Landbewohner aufgehoben wären, und daß Schüler Wiesen oder gar Kornfelder und Schonungen betreten und sinnlos niedertreten und abreißen, was ihnen im Augenblick begehrenswert erscheint, nur um es kurz nachher achtlos wegzuwerfen. Strenge Verbote der Forstverwaltung und ablehnende, wenn nicht feindliche Haltung der ländlichen Grundbesitzer sind die natürliche Folge solcher gedankenloser Übergriffe, unter denen nachher auch Unschuldige zu leiden haben.

Wenn die Ausflüge in wirksamer Weise die Beobachtungsfähigkeit üben und ein richtiges Verständnis für die oft recht verwickelten Vorgänge und Erscheinungen in der freien Natur erwecken sollen, so ist es ohne Frage notwendig, daß sie nicht zu selten und in der Reihenfolge der aufeinanderfolgenden Klassen nach einem festen Plan unternommen werden, der zu den Lehraufgaben der einzelnen Klassenstufen in Beziehung steht. Am einfachsten erfüllt sich dieser Wunsch, wenn der regelmäßige Unterricht, wie in dem Mariengymnasium zu Jever, je nach Bedarf oder so oft es das Wetter erlaubt, im Freien erteilt werden kann. Kossenhaschen berichtet darüber (im Jahre 1905 a. a. O.), daß er seit 29 Jahren den größten Teil des naturgeschichtlichen Unterrichts in der freien Natur erteilt habe, in einer Klasse ungefähr die Hälfte, in den meisten andern etwa zwei Drittel aller Naturgeschichtsstunden, von den an freien Nachmittagen unternommenen weiteren Ausflügen ganz abgesehen. Ebenso berichtet Max Oettli (a. a. O. S. 242), daß an dem Landerziehungsheim Glarisegg in der Schweiz etwa zwei Drittel der für die Naturkunde zur Verfügung stehenden Zeit den Exkursionen gewidmet wird. In dieser glücklichen Lage werden sich wohl nur wenige Anstalten befinden, indessen sollte überall das Augenmerk darauf gerichtet sein, daß solche Unterrichtsausflüge so oft als möglich unternommen werden, schon um die Schüler an die neue Umgebung zu gewöhnen, die sonst ihre Aufmerksamkeit leicht ablenkt. So schreibt auch Kossenhaschen (a. a. O. S. 114): „Wer nur hin und wieder einmal eine Exkursion mit den Schülern macht, wird sicherlich über Unaufmerksamkeit zu klagen haben, die Sache ist den Schülern ungewohnt, die Umgebung ihnen neu, jede ungewohnte Erscheinung lenkt sie ab." Er berichtet weiter, daß er selbst diese Erfahrung jedes Jahr in den ersten Unterrichtsstunden an den neuaufgenommenen Schülern machen müsse, daß er aber schon nach wenigen Stunden nicht mehr zu klagen habe.

Soll an den Ausflügen Zeit gespart werden, so muß es sich in erster Linie darum handeln, die einzelnen Exkursionen nicht zu lange auszudehnen. Dabei kommen vor allem die mehrtägigen Wanderungen in Betracht, die an manchen Anstalten und von manchen Lehrern mit Vorliebe unternommen werden. Auch hier gilt das „multum, non multa!" Hat man

wirklich nur unterrichtliche und erziehliche Zwecke im Auge, so sind öftere, aber kürzere Spaziergänge den langen Wanderungen entschieden vorzuziehen. Auch E. Wernicke berichtet in seinem vorzüglichen Aufsatz über Schülerwanderungen[1]), daß die Aufnahmefähigkeit der 16—18jährigen Primaner nach längerer Wanderung herabgesetzt war, und daß er jetzt aus diesem Grunde kleine Touren den langen Märschen vorzieht. Aus langjähriger Erfahrung kann ich seine Beobachtungen nur bestätigen. Wenn an einem Tage die Eindrücke zu oft wechseln, so verknüpfen sich die Beobachtungen nicht mehr mit der Örtlichkeit, sie werden in der Erinnerung miteinander verwechselt und verwischen sich gegenseitig; der eigentliche Zweck der ganzen Übung geht dabei verloren. Die jungen Leute sollen draußen arbeiten lernen, sozusagen mit der Natur handgemein werden, sie sollen aber auch das Erarbeitete weiter verwerten. Wie schon Mühlberg[2]) schreibt, der Schüler soll lernen zu „beobachten, über die Beobachtungen nachzudenken, dieselben zu kombinieren und sich über die selbst angestellten Beobachtungen und Schlußfolgerungen sprachlich und sachlich richtig auszudrücken". Das Beobachten muß durch den vorhergehenden Klassenunterricht schon vorbereitet sein; das Nachdenken anzuregen über das Gesehene und Erlebte sowie das Kombinieren der Einzelerfahrungen wird eine wesentliche Aufgabe des nachfolgenden Unterrichts sein. Dem würde aber die Grundlage fehlen, wenn die Schüler nur dunkle und verworrene Erinnerungsbilder mitbringen. Um das Gedächtnis zu unterstützen, sind unterwegs aufgenommene Skizzen und Notizen empfehlenswert, vor allem aber auch das Photographieren, namentlich wenn es gelingt, das rege Interesse, das viele Schüler für die Liebhaberphotographie besitzen, auf die Naturaufnahmen zu lenken. Eine gute Anleitung dazu bietet das neunte Bändchen von Dr. Bastian Schmids naturwissenschaftlicher Schülerbibliothek[3]). Die wichtige Pflege des sprachlich wie sachlich richtigen Ausdruckes der Gedanken wird gleichfalls eine dankbare Aufgabe des nachfolgenden Unterrichts sein, doch darf der naturwissenschaftliche Charakter des Unterrichts nicht hinter dem sprachlichen zurücktreten.

Es dürfte kaum eine Meinungsverschiedenheit darüber bestehen, daß da, wo der Unterricht im Freien innerhalb der Schulzeit oder in direktem Anschluß an dieselbe stattfindet, alle Schüler der betreffenden Klasse daran teilnehmen. So äußert sich auch R. v. Hanstein[4]) über die Exkursionen: „Streng obligatorisch könnten dieselben nur sein, wenn sie sich ganz innerhalb der Schulzeit erledigen ließen uud den Schülern keinerlei Kosten verursachten."

In den ersten Jahren meiner Lehrtätigkeit habe ich die Teilnahme an den Ausflügen in die Umgegend dem freien Entschluß meiner Schüler überlassen, von denen sich übrigens selten einer ohne triftigen Grund ausgeschlossen hat. Es war dies schon deshalb der gegebene Weg, weil an keiner der drei Anstalten, an denen ich in den ersten Jahren unterrichtete, botanische oder andere Unterrichtsausflüge üblich waren, und die Einführung sich nur auf diese Weise erreichen ließ.

Auch in Bremen begegneten meine Anregungen zunächst erheblichen Bedenken im Kol-

1) E. Wernicke, Erdkundliche und naturwissenschaftliche Schülerwanderungen durch die Tuchler Heide. Monatshefte 1912. V. Bd. S. 19.

2) F. Mühlberg, Die Möglichkeit der Durchführung des naturhistorischen Unterrichts in den oberen Klassen des Gymnasiums. Natur und Schule 1902. I. Bd. S. 114.

3) Georg E. F. Schulz, Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Leipzig, B. G. Teubner 1911. Ferner auch K. Geißler, Die Photographie und der naturwissenschaftliche Unterricht. Natur und Schule 1903. II. Bd. S. 108f., und B. Haldy, Die Vegetationsphotographie. Monatshefte 1909. II. Bd. S. 70f.

4) R. v. Hanstein, Obligatorische oder freiwillige Exkursionen? Natur und Schule. III. Bd. S. 462f.

legium, doch wurde die Sache mit Zustimmung der Behörde schon im Jahre 1879 so geordnet, daß die Schüler die Exkursionen wie andere Veranstaltungen der Schule nicht ohne häusliche, unter Umständen ärztliche, Entschuldigung versäumen dürfen. In der langen Zeit meiner hiesigen Tätigkeit haben sich bei verständiger Handhabung des Zwanges aus dieser Maßregel niemals ernstliche Unzuträglichkeiten ergeben. Grundsätzlich die Ausflüge als freiwillige Leistungen der Schüler anzuerkennen, kann ich mich nicht entschließen. Die Beobachtungen in der freien Natur sind nach meiner Auffassung das Unentbehrlichste in dem ganzen naturgeschichtlichen Unterricht, in dem biologischen sowohl wie im geologischen. Alles andere, Vortrag, Versuche und Demonstrationen des Lehrers, Schulgärten, Aquarien und Terrarien wie auch die Übungen und Versuche der Schüler sind doch nur als Mittel aufzufassen, die Vorgänge in der Natur zu verstehen. Der Beobachtungsunterricht im Freien muß das Ganze krönen, er darf daher am allerwenigsten den oberen Klassen fehlen, wenn es auch wünschenswert ist, daß er von unten auf die Klassen begleitet.

Eine andere Frage ist es natürlich, ob es an sich wünschenswert ist, daß die Zahl der Teilnehmer jedesmal nur auf wenige beschränkt wird. Die Meinungen gehen darüber ziemlich weit auseinander; v. Hanstein würde am liebsten jedesmal nur 8—10 Schüler, allerhöchstens 15—20 führen. In demselben Sinne äußert sich auch J. Ruska.[1]) Kossenhaschen möchte nicht über 30 gehen (a. a. O. S. 115), und R. Keller[2]) gibt die Zahl der Teilnehmer auf 30—40 an. Das dürfte auch nach meinen Erfahrungen wohl die Grenze des Zulässigen sein. Selbstverständlich arbeitet man mit einer kleineren Schar bequemer und erfolgreicher als mit einer größeren, aber mit einer Klasse denselben Ausflug zweimal machen, wenn die Schülerzahl zu groß ist und geteilt werden muß, hat auch manche Bedenken gegen sich, namentlich wenn aus irgendwelchem Grunde die beiden Ausflüge nicht unmittelbar nacheinander ausgeführt werden können. Indessen stimme ich ganz überein mit G. Lübbecke, der den Aufruf Landsbergs zur Mitarbeit an einer Einigung über die Praxis der Unterrichtsausflüge mit den einleitenden Worten beantwortet: „Mein erster Vorschlag zur Einigung geht gewissermaßen in negativer Richtung dahin, daß wir uns von dem Gedanken frei machen, als ob der Unterricht im Freien sich an allen Schulen in gleicher Weise entwickeln sollte. Nein, je nach der Örtlichkeit, je nach Veranlagung und Entwicklungsgang des Lehrers, ja sogar je nach den Eigentümlichkeiten der Schülerjahrgänge und des Wetters hat der Lehrer seine Unterrichtsmaßregeln zu treffen".[3])

Das gilt namentlich auch für die Auswahl der Klassenstufe. Von vornherein habe ich bei den Exkursionen die oberen Klassen mehr im Auge gehabt als die mittleren und unteren. Die Vorgänge in der freien Natur sind zu verwickelt, als daß der Zusammenhang der Erscheinungen von den kleinen 9—12jährigen Schülern der unteren Klassen mit großem Nutzen aufgefaßt werden könnte. Das ist aber gerade das Wesentliche, was weder durch den Schulgarten noch durch den Klassenunterricht ersetzt werden kann.

Nach verschiedenen Versuchen sind wir an unserer Anstalt, der Oberrealschule zu Bremen, dahin übereingekommen, die Exkursionen erst von Untertertia an aufwärts verbindlich zu machen, also in den Klassen, in denen die Schüler im Naturgeschichtsunterricht bereits eine gewisse Artenkenntnis und ein elementares Verständnis für biologische Vorgänge erlangt haben.

---

1) J. Ruska, Schulausflüge zur Einführung in die Geologie. Natur und Schule 1905. IV. Bd. S. 158f.

2) R. Keller, Die Geologie an den schweizerischen Mittelschulen. Monatshefte 1910. III. Bd. S. 205.

3) G. Lübbecke, Zur Frage der Unterrichtsausflüge mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse an den höheren Schulen Preußens. Natur und Schule 1904. III. Bd. S. 459.

Sie werden dann mit je zwei als Mindestzahl durch alle folgenden Klassen bis zur Oberprima durchgeführt, wo der geologische Unterricht an die Stelle des botanischen und zoologischen tritt. Mit dieser Verteilung war die Notwendigkeit verbunden, das Ziel der Ausflüge zu dem Pensum des Klassenunterrichtes in Beziehung zu setzen. Es wird selbstverständlich niemand so weit gehen, alles, was sich nicht dem Klassenpensum einordnet, grundsätzlich von der Beobachtung und Besprechung ausschließen zu wollen[1]), aber gewisse Gesichtspunkte müssen doch bei der Naturbetrachtung auf den einzelnen Klassenstufen in den Vordergrund gerückt werden; vor allem muß sich die Wahl der Örtlichkeit und der Jahreszeit dem leitenden Gesichtspunkte möglichst anpassen. In jungen Jahren habe ich, um die richtige Wahl zu treffen und um die verfügbare Zeit zwischen den für Schulfahrten brauchbaren Eisenbahnzügen möglichst zweckmäßig ausnutzen zu können, manchen freien Nachmittag geopfert, um mich vorher über den Stand der Vegetation, über Weg und Zeit zu unterrichten, bevor ich mit den Klassen auszog. Das wird niemandem erspart bleiben, der mit den Exkursionen unterrichtliche und erziehliche Zwecke verfolgen will.

Zum Schluß möchte ich noch die Auffassung der Unterrichtskommission über die Schulausflüge zum Ausdruck bringen; sie sagt in ihrem Meraner Bericht[2]): „Neben diesen Einrichtungen bilden aber die regelmäßigen Schülerausflüge für den gesamten biologischen wie auch für den geologischen Unterricht eine notwendige Ergänzung, weil auf ihnen allein die Bodenverhältnisse der Heimat zur Anschauung gebracht, und die Beziehung und Abhängigkeit der Pflanzen- und Tierwelt zu und von ihrer Umgebung ungleich deutlicher vor die Augen geführt werden kann, wie durch jede künstliche Anlage.

In kleineren Orten mit günstiger Umgebung werden sich ohne Schwierigkeit im Anschluß an die Unterrichtsstunden kurze Ausflüge unternehmen lassen. In größeren Städten, deren nähere Umgebung in der Regel nur aus Gemüseländerei besteht, sind allerdings geeignete Ausflugsorte oft nur durch Eisenbahnfahrt zu erreichen. Allein auch in diesen Fällen ist es in hohem Grade erwünscht, wenigstens in den mittleren und oberen Klassen etwa zwei- oder dreimal im Sommer Ausflüge zu veranstalten, die für alle Schüler der Klasse verbindlich sein müssen.

Jedes planlose Sammeln ist auf diesen Lehrausflügen zu vermeiden; die Aufmerksamkeit der Schüler ist in erster Linie auf diejenigen Gegenstände und Erscheinungen zu lenken, die zu dem Klassenunterrichte in Beziehung stehen, in den unteren und mittleren Klassen also vorzugsweise auf morphologische, systematische und blütenbiologische Verhältnisse, in den oberen auf allgemeine ökologische, also auf die Beziehungen zu den Bodenverhältnissen, zur Feuchtigkeit, zum Licht, zu andern Pflanzen und zur Tierwelt. Auch bilden die auf diesen Ausflügen gesammelten Beobachtungen über die Bodenformation eine wertvolle Vorbereitung für den abschließenden geologischen Unterricht in der Oberprima.

Ganz abgesehen davon, daß auf solchen Ausflügen, mehr wie im Klassenunterrichte, dem Lehrer Gelegenheit geboten wird, sich über die Begabung und über den Charakter der Schüler ein Urteil zu bilden und in dem hier gebotenen freieren Verkehr anregend und bestimmend auf die Richtung ihrer Interessen wie auf ihre Gesinnung einzuwirken, kann hier die Grundlage zu einer biologischen und geologischen Heimatkunde gelegt werden, die auch für den Unterricht in der Erdkunde von Bedeutung ist."

1) Vgl. Max Oettli a. a. O. S. 251, der mir nach der andern Richtung etwas zu weit zu gehen scheint.

2) Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Gesamtbericht herausgegeben von A. Gutzmer, Leipzig, B. G. Teubner 1908. S. 145f.

III. Der Unterricht im Freien auf naturgeschichtlichem Gebiet.

A. Biologie (Pflanzen- und Tierkunde).

Die Bemerkung Landsbergs, daß trotz der großen Literatur über den Unterricht im Freien noch kaum der Anfang einer Einigung besteht, findet ihre Bestätigung in einem beachtenswerten Buche des jüngst verstorbenen F. Pfuhl[1]), in dem er vor allem den „Pflanzengarten" als Grundlage des botanischen Unterrichts empfiehlt. Über die botanischen Exkursionen schreibt er wörtlich: „Auch die Exkursionen werden als Anschauungsmittel empfohlen. Die sogenannten botanischen Exkursionen haben nach Ansicht und Erfahrung des Verfassers nur einen sehr geringen Wert, wenn das in Berücksichtigung gezogen wird, was sie an bildenden Elementen dem pflanzenkundlichen Unterrichte zuführen." Dieses absprechende Urteil erklärt sich in erster Linie daraus, daß der Verfasser unter botanischen Exkursionen ein Massensammeln von Pflanzen versteht, die dem Schüler „bis dahin noch nicht dem Namen nach bekannt waren". Er hat in dem Punkte völlig recht, daß es nicht das Ziel des Unterrichts sein kann, daß der Schüler „zu recht vielen Formen die dazu gehörigen Namen nennen" kann, und es ist erfreulich, wenn gegen diesen Mißbrauch Verwahrung eingelegt wird. Die Abneigung Pfuhls gegen botanische Ausflüge erklärt sich wohl vorwiegend aus dieser vielerorts noch immer gebräuchlichen, aber methodisch völlig überwundenen Art des Betriebes.

Eine Klärung der Ansichten wurde auf der 19. Hauptversammlung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts herbeigeführt, die im Jahre 1910 in Posen stattfand, und auf welcher R. v. Hanstein einen nach allen Richtungen hin klar durchdachten Vortrag hielt über die Bedeutung der Exkursionen für den naturwissenschaftlichen Unterricht.[2]) Er führte aus, daß, ebensowenig wie im Schulzimmer ein klarer Begriff von geologischen Lagerungsverhältnissen gewonnen werden kann, es unmöglich ist, den Schülern in der Schulstube oder im Schulgarten einen wirklichen Einblick in das Bedingtsein der Pflanzendecke durch die Bodenbeschaffenheit und in die mannigfaltigen Wechselbeziehungen zwischen Tier- und Pflanzenwelt zu vermitteln. Die charakteristisch verschiedene Sand-, Lehm- und Moorflora, die verschiedene Bevölkerung stehender und fließender Gewässer, die Abhängigkeit zahlreicher Tiere von ganz bestimmten Nahrungspflanzen, läßt sich nur im Freien wirklich zur Anschauung bringen. Für die Schüler der Großstadt kommt noch hinzu, daß sie doch nur auf diesem Wege zu einer Formunterscheidung der wichtigsten Waldbäume und zu einer Kenntnis der charakteristischen Pflanzenformationen angeleitet werden können. Ohne näher auf die Einzelheiten des Vortrages einzugehen, sei nur noch darauf hingewiesen, daß auch er die Vorteile der Konzentration des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Freien hervorhob. Während wir im Klassenunterricht die einzelnen Zweige der Naturwissenschaft aus didaktischen Gründen getrennt behandeln, fallen im Freien alle diese Einteilungen fort, wir sehen die Organismen in ihrem natürlichen Zusammenleben, und es bietet sich vielfach auch Gelegenheit zu Beobachtungen physikalischer und chemischer Art, und somit „erweist sich jede Exkursion als ein vorzügliches Mittel zur konzentrierenden Zusammenfassung der im Schulunterricht getrennt behandelten Dinge". Zur vollen Geltung können diese Ausflüge allerdings erst dann gelangen, wenn sie bis zur Prima regelmäßig fortgesetzt werden.

---

1) F. Pfuhl, Der Unterricht in der Pflanzenkunde, durch die Lebensweise der Pflanze bestimmt. Leipzig, B. G. Teubner 1902.

2) Vgl. Unterrichtsblätter für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Jahrg. XVI. 1910 Nr 4, S. 84 f. — Desgl. Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht 1910. III. Bd. S. 281 f.

Nach eingehender Diskussion des Vortrags, an der sich auch F. Pfuhl beteiligte, wurde von der Versammlung einstimmig die nachstehende Erklärung angenommen: „Die Exkursionen bilden eine sehr wünschenswerte, durch andere Mittel nicht zu ersetzende Ergänzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Wie aber der biologische Unterricht zur vollen Entfaltung seines Bildungswertes der Fortführung bis in die obersten Klassen bedarf, so ist eine volle Auswertung des im Freien Beobachteten nur möglich, wenn Exkursionen auch mit Schülern der oberen Klassen veranstaltet werden. Es erscheint demnach auch von diesem Gesichtspunkte aus die möglichst baldige Durchführung der Biologie als verbindlicher Lehrgegenstand durch alle Klassen der höheren Lehranstalten dringend notwendig."

Daß die Freude am naturgeschichtlichen Unterricht durch die einseitige Betonung von Morphologie und Systematik erstickt wird, ist eine weit verbreitete Erfahrung. So schreibt z. B. H. Gruß[1]) zur Erklärung seiner eigenen „Verdrossenheit" bei Beginn des botanischen Schulunterrichts: „In der Jugend ist mir die Freude am naturgeschichtlichen Unterrichte durch den nur morphologischen, systematischen Unterricht erstickt; erweckt ist sie wieder durch die Gedanken, welche die Reformbestrebungen besonders in die Behandlung des einzelnen Naturgegenstandes getragen haben; durch das Hineinstellen und in den Vordergrundrücken der biologischen und physiologischen Momente, überhaupt in der Betonung des Lebens."

Die große Bedeutung der Systematik und Morphologie für den Schulunterricht sowohl als Kenntnis wie als Übungsmittel zu verkennen, liegt mir fern; ich habe diese Auffassung beispielsweise auf der Düsseldorfer Versammlung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts[2]) so zum Ausdruck gebracht, „daß bei der Unterweisung der Schüler in der formenreichen organischen Welt Systematik und Morphologie dem Unterricht das feste Rückgrat geben müssen, daß aber dieses Skelett, wenn es Leben gewinnen, wenn es Fleisch nnd Blut erhalten soll, aufs innigste durchtränkt und durchdrungen sein muß mit Physiologie und Biologie". Ihre einseitige Betonung, wie sie zeitweise in dem „naturbeschreibenden" Unterricht hervortrat, ist aber ohne Zweifel gleichbedeutend mit der Entseelung der Natur, die der Dichter nicht ohne Grund der Schule vorwirft:

„Leben gab ihr die Fabel, die Schule hat sie entseelet,
Schaffendes Leben aufs neu gibt die Vernunft ihr zurück."
(Schiller, die drei Alter der Natur.)

Im Gegensatz zu Pfuhl habe ich von jeher gerade in den Exkursionen die beste Quelle gesehen, aus welcher der naturgeschichtliche Unterricht das „schaffende Leben" zu schöpfen hat; für mich war es stets das vornehmste Ziel dieses Unterrichts, den Schülern den Zusammenhang der Erscheinungen verständlich zu machen, die ihnen die Natur der Heimat darbietet.[3])

1) H. Gruß, Welchen verschiedenen Wert muß die Schulbehandlung den biologischen Stoffen in Botanik und Zoologie beilegen? Natur und Schule 1903. Bd. II S. 117.

2) Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften. 1902. VIII. Jahrg. S. 129 ff.

3) Vgl. darüber: K. Fricke, Der biologische Unterricht an den höheren Lehranstalten. Beilage zu dem Programm der Handelsschule (Realgymnasium) zu Bremen 1888.

Derselbe, Die Bedeutung der Biologie für Unterricht und Erziehung. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Bremen 1890.

Derselbe, Über die Wichtigkeit und Verwendbarkeit biologischer Gesichtspunkte im naturgeschichtlichen Unterricht. Vortrag auf der begründenden Versammlung des Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und in den Naturwissenschaften. Pädagogisches Archiv 1891.

Gegen die einseitige Sammelwut, die Pfuhl beanstandet, wendet sich auch ein kurzer Aufsatz von A. Voigt[1]), der besonders dadurch von Interesse ist, daß er über die Wandlungen seiner eigenen Anschauungen unter dem Einflusse seiner Unterrichtserfahrungen Kunde gibt: „Jetzt galten meine Wanderungen weniger den Standorten seltener Pflanzen als vielmehr den Wohnplätzen meist häufiger und massenhaft auftretender Gewächse und den noch urwüchsigen Gesellschaften der Pflanzenwelt, selbst solchen, die dem Floristen und dem systematischen Floristen langweilig zu sein pflegen. Weniger kam es mir darauf an, neue Bekanntschaften anzuknüpfen, als vielmehr mich alten lieben Freunden eingehender zu widmen, um ihre Lebensweise, wenn möglich, ihre ganze Lebensgeschichte von ihnen selbst zu erfahren."

Dieser Satz verdient noch heute von manchem angehenden Naturgeschichtslehrer beherzigt zu werden, dem die häufig vorkommenden Pflanzenarten auf den Ausflügen zu „langweilig" erscheinen. Gerade die Häufigkeit des Auftretens gewisser Arten ist doch die Folge ihrer besonders günstigen Anpassung an die Umwelt, und ihre Betrachtung ist für den Unterricht lehrreicher als das Bestimmen und Benennen „seltener" Pflanzen. Bemerkenswert sind auch seine Angaben über die Ausrüstung, sie enthalten manches Neue. Außer Pflanzenstecher und Botanisierbüchse empfiehlt er eine mit Wachstuch gefütterte Botanisiertasche aus „Schilfleinen", einen Botanisierkasten aus dünnem Zinkblech im Fahrradrahmen und eine eigens von ihm konstruierte Botanisierharke, die sich auf nassem Gelände und im Wasser, beispielsweise beim Grundeln nach Pfeilkrautknollen, vortrefflich bewährt hat. Die näheren Angaben finden sich a. a. O. auf S. 358.[2])

Bei der Beobachtung der lebendigen Welt ist die Wahl der Jahreszeit für den Ausflug von großer Bedeutung. Wo nur wenige Unterrichtsausflüge gemacht werden können, wie es wohl in dem meisten Schulen der Großstädte der Fall ist, verdient der Frühling, die Zeit des erwachenden Lebens, und der Sommer als der Höhepunkt der organischen Entwicklung ohne Frage den Vorzug.

Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die Natur zu jeder Zeit mehrfache Gelegenheit zu wertvollen zoologischen wie botanischen Beobachtungen darbietet, auch daß daher überall da, wo die Gelegenheit gegeben ist, nicht versäumt werden sollte auch den Herbst und Winter für den Unterricht im Freien heranzuziehen. So schreibt auch A. Voigt (a. a. O. S. 358): „Nicht nur zur Sommerzeit, sondern auch zu allen Jahreszeiten, selbst mitten im Winter, nicht nur oberirdisch, sondern auch unterirdisch und unter Wasser wurde botanisiert".

In demselben Heft der Zeitschrift „Natur und Schule" schildert D. Wiemann[3]) einen Herbstausflug vom 26. August 1904, der allerdings besser als Spätsommerausflug hätte bezeichnet werden müssen. Abgesehen von den Beobachtungen über die zerstörende und wieder aufbauende Kraft des Wassers brachte der Ausflug trotz der vorgerückten Jahreszeit ergiebiges Material über die Lebensbedingungen verschiedener Pflanzenvereine, auf die wir nachher zurückkommen.

Derselbe, Biologische Heimatkunde in der Schule. Beilage zu dem Jahresbericht der Oberrealschule zu Bremen 1909 (Progr. Nr. 973); auch im Verlag von Quelle & Meyer, Leipzig 1909.

Derselbe, Das deutsche Unterrichtswesen auf der Brüsseler Weltausstellung. Zeitschr. f. Jugendwohlfahrt, Jugendbildung und Jugendkunde. Der Säemann. 1910. S. 656 ff.

Derselbe, Das Prinzip der Arbeitsschule angewendet auf den naturwissenschaftlichen Unterricht. Arbeiten des Bundes für Schulreform. Leipzig, B. G. Teubner 1911. Nr. 4. S. 61 ff.

1) A. Voigt, Das Botanisieren im Dienste des Unterrichts. Natur und Schule 1906. V. Bd., S. 357 ff.

2) Vgl. im übrigen den Aufsatz von B. Schorler, Konservieren von Pflanzen. A. Das Sammeln. Ausrüstungs- und Sammelgegenstände. S. 200 ff. dieses Werkes.

3) D. Wiemann, Unser Herbstspaziergang. Natur und Schule 1906. V. Bd. S. 360.

Den eigentlichen Herbst hat W. Engels[1]) im Auge, indem er die Exkursionen in den Dienst der Wiederholungen stellen will. Er schreibt: „Wenn wir im Herbst in den Wald hinauswandern, um die Früchte der Bäume und Sträucher aufzusuchen, so lenken wir die Aufmerksamkeit unserer Schüler auch auf die Waldpflanzen, die im Frühling und Sommer beobachtet wurden. Da sie jetzt ohne Blüten, vielleicht auch schon ohne Blätter dastehen, so ist es für die Schüler manchmal nicht leicht, die alten Bekannten wiederzufinden. Um so notwendiger und wertvoller ist aber eine wiederholte Betrachtung."

Daß bei günstiger Lage des Schulortes auch Winterexkursionen nicht nur für geologische, sondern auch für zoologische und botanische Beobachtungen brauchbaren Stoff liefern, zeigt ein Aufsatz von H. Heimbach[2]); man muß es nur verstehen, die Beobachtungsmöglichkeiten auszunutzen und die Schüler zu weiterem Nachdenken anzuregen.

Eine wesentliche Vorbedingung für den Erfolg biologischer Exkursionen wird es sein, daß der Gegenstand der Beobachtung im Freien zu dem Lehrziel der Klassenstufe in Beziehung gesetzt wird.

Nach unsern früheren Ausführungen (S. 423 f.)[3]) hat demgemäß der Unterricht im Freien in den mittleren und unteren Klassen in erster Linie die Aufgabe, die Schüler mit dem Formenreichtum der organischen Welt bekannt zu machen. Das läßt sich nicht anders erreichen, als wenn die Schüler auch im Freien angehalten werden, die wichtigsten und am häufigsten auftretenden Pflanzen- und Tierformen der Heimat unterscheiden zu lernen.[4]) Sie müssen aber nicht nur ihre Namen angeben, sondern auch über ihre Zugehörigkeit zu den wichtigsten Kategorien des natürlichen Systems Auskunft geben können; bei den Pflanzen werden naturgemäß die Familien und Gattungen, bei den Tieren die Klassen und Ordnungen in den Vordergrund treten. Sie werden ferner angeleitet werden müssen, über morphologische Verhältnisse vergleichende Betrachtungen anzustellen, über Gestaltung und Anordnung der Laubblätter, über Blütenbau und Blütenstände, Früchte und Samen u. dgl., wie die Örtlichkeit und die Jahreszeit das Material darbietet, und zwar müssen nach dieser Richtung hin Beobachtungsaufgaben gestellt werden, die dem jeweiligen Klassenziele entsprechen. Auch die Nutzpflanzen dürfen nicht, wie es so häufig geschieht, gegen die wildwachsenden „Unkräuter" zurücktreten. Man wird sich beispielsweise immer wieder davon überzeugen müssen, ob die Schüler die Waldbäume und -sträucher nach ihrem ganzen Wuchs und nach ihrer Belaubung zu erkennen imstande sind, ob sie die Getreidearten sowie andere wichtige Ackerpflanzen nicht untereinander verwechseln.

Das wogende Getreidefeld im Juni kann aber auch die beste Gelegenheit bieten, die biologische Tatsache der Übertragung des Blütenstaubes durch den Wind zu veranschaulichen, und diese Erfahrung wird zu weiteren Beobachtungen an Wind- und Insektenblütlern anregen. Gerade die Blütenbiologie, die schon Hermann Müller[5]) mit so gutem Erfolge im Unterrichte verwertete, ist dafür geeignet, dem morphologisch-systematischen Skelett Fleisch und Blut

1) W. Engels, Das Üben und Wiederholen im biologischen Unterricht. Monatshefte 1908. I. Bd. S. 460 ff.

2) H. Heimbach, Eine Winterexkursion. Natur und Schule 1908. II. Bd. S. 120 ff.

3) Vgl. auch den Gesamtbericht der Unterrichtskommission. S. 129.

4) Wo keine Lokalflora vorhanden ist, leistet die bekannte Schulflora von O. Wünsche (Leipzig, B. G. Teubner), von F. Höck (Breslau, F. Hirt) oder die handliche Exkursionsflora von K. Kraepelin (Leipzig, B. G. Teubner) gute Dienste. — S. auch die Schriften des deutschen Lehrervereins (Stuttgart, K. G. Lutz).

5) Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig, W. Engelmann 1873.

zu geben und dem naturgeschichtlichen Unterricht auf dieser Stufe Leben einzuflößen. Meine Erfahrungen gehen außerdem noch dahin, daß mit dieser Hilfe das ganze Verständnis des Blütenbaus, der Symmetrieverhältnisse, der Zahl und Anordnung der Staubblätter usw. und damit einer wichtigen Grundlage der systematischen Anordnung den Schülern wesentlich erleichtert wird.[1]) Nur darf man auf den Exkursionen nicht erwarten, etwa ganz bestimmte Tierformen bei der Arbeit zu beobachten, die vielleicht eine andere Flugzeit haben oder durch die Witterung am Ausfliegen behindert sind. Zu beobachten gibt es trotzdem auch nach dieser Richtung hin überall reichliche Gelegenheit, nur muß derjenige, der die Schüler in das Getriebe der lebendigen Natur einführen will, selbst in ihr zu Hause sein und gelernt haben, die auf Schritt und Tritt sich in der Natur der Heimat aufdrängenden Fragen zu verstehen und zu beherrschen. Ein gutes Beispiel für einen erfolgreichen Unterricht im Freien auf der Unter- und Mittelstufe bietet Kossenhaschens Darstellung; auch ihm behagt keineswegs der rein systematische und morphologische Unterricht (a. a. O. S. 98), und auch er ist der Überzeugung, daß im naturgeschichtlichen Unterrichte das „Warum und Weil" nicht außer acht zu lassen ist. „Gerade diese Seite des Unterrichts eröffnet ein tieferes Verständnis der Natur, erregt das Interesse der Jugend, leitet sie zum Denken an." In dem wogenden Kornfeld im Juni und in dem blühenden Apfelbaum und in der Roßkastanie im Frühling hat er jedenfalls das richtige Anschauungsmaterial für die Übertragung des Blütenstaubes durch den Wind oder durch Insekten für den Schüler gefunden. „Hier kann er sozusagen mit den Händen greifen, warum die Windblütler weder schön gefärbte Blumenkronen noch Duft und Honig haben; hier empfindet er es leichter und tiefer, wie in der Natur eines in das andere greift, eines durchs andere blüht und reift."

Aus naheliegenden Gründen ist es verständlich, daß der planmäßigen Beobachtung der Tierwelt sich größere Schwierigkeiten entgegenstellen als bei den Pflanzen. Insbesondere gilt das von den Säugetieren, die sich am Tage und namentlich vor dem Menschen, ihrem größten Feinde, verbergen. Am allerwenigsten ist eine Exkursion mit Schülern zu planmäßigen Beobachtungen auf diesem Gebiete geeignet; es kann sich in der Regel nur um flüchtige und zufällige Erlebnisse handeln, die für die Übung der Beobachtungsgabe wenig ins Gewicht fallen.

Schlangen, insbesondere die Ringelnatter, Blindschleichen und andere Eidechsen, Frösche, Kröten, Salamander und Molche bekommt man schon leichter zu Gesicht; hierbei sollte dem Anfassen und Einfangen dieser Tiere nach Möglichkeit gesteuert werden; es sollte nur dann gestattet sein, die Tiere zu fangen und mitzunehmen, wenn in der Schule gute Vorkehrungen getroffen sind, ihnen als Anschauungsmaterial ein einigermaßen erträgliches Dasein zu gewähren. Das Wegfangen dieser nützlichen Tiere artet sonst leicht in Spielerei und Tierquälerei aus. In dieser Hinsicht sollte jeder Fachlehrer bedenken, daß schon die Hamburger Thesen von 1902 es als eine wichtige ethische Aufgabe des biologischen Unterrichts bezeichnen, „Achtung vor den Gebilden der organischen Welt" zu erwecken.

Der Beobachtung besser zugänglich ist unsere Vogelwelt, insbesondere die Singvögel in dem noch unbelaubten Frühlingswalde. Nicht nur, daß sie durch ihr Gefieder und ihre Beweglichkeit auffallen; ihre Stimmbegabung macht sie schon auf größere Entfernungen hin kenntlich. Seitdem wir das prächtige Exkursionsbuch von A. Voigt[2]) zum Studium der Vogel-

1) Vgl. G. Worgitzky, Blütenbiologie und Systematik. Beiträge zu einer Gruppierung der dikotylen Blütenpflanzen. Natur und Schule 1903. II. Bd. S. 81, 145, 209ff. Eine lebensvolle und leicht verständliche Darstellung gibt der Verfasser in seinem Buche: Blütengeheimnisse. Eine Blütenbiologie in Einzelbildern. Leipzig, B. G. Teubner 1901.

2) A. Voigt, Exkursionsbuch zum Studium der Vogelstimmen. Praktische Anleitung zum Bestimmen

stimmen besitzen, das den gelungenen Versuch macht, statt in Silben und Lauten der menschlichen Sprache die Vogelstimmen in leicht verständlichen notenähnlichen Zeichen wiederzugeben, braucht sich die Vogelkenntnis der Schuljugend nicht mehr auf ausgestopfte Vogelbälge zu beschränken. Der den ersten Auflagen als Anhang beigegebene Führer zu ornithologischen Ausflügen wird jetzt durch des Verfassers „Deutsches Vogelleben"[1]) ersetzt, das den Leser unter Verzicht auf systematische Anordnung von Landschaft zu Landschaft führt.

Neben den gefiederten Sängern sind es die anderen „Flieger" aus der Tierwelt, die sich im Freien dem Auge darbieten, namentlich die blumenbesuchenden Bienen, Hummeln, Schmetterlinge und Fliegen. Auch andere Insektenformen findet man nebst ihren Jugendformen am Erdboden, in verschiedenen Schlupfwinkeln oder an ihren Futterpflanzen, daneben Spinnen mit ihren mannigfachen Geweben, Schnecken und das sonstige Kleintier. Beachtenswert sind auch die verschiedenen Formen von Gallen, mögen sie von Gallwespen, Gallmücken oder Milben herrühren.

Ist ein Gewässer in der Nähe, so wird man in dem Wasser verschiedene Insektenlarven finden, die sich schon wegen ihrer eigenartigen Atmungsorgane als Beobachtungsmaterial empfehlen. An den Schilfstengeln ruhend oder frei fliegend findet man die Wassermotten, die als Larven im Wasser die aus verschiedenen Baustoffen zusammengesponnenen Gehäuse bewohnt haben; ebenso sind die verschiedenen Libellenformen an die Nähe des Wassers gebunden, in dem sie als gefräßige Räuber ihr Larvenstadium durchgemacht haben, auch verschiedene Formen von Wasserwanzen und Schwimmkäfern sind hier zu finden: Stoff zu Beobachtungen in Hülle und Fülle! Wenn nur die oft recht knapp bemessene Zeit ausreichte! Man tut gut, sich auch in dieser Hinsicht Beschränkung aufzuerlegen und nur das Wichtigste herauszuheben, um den biologischen Zusammenhang einer solchen „Lebensgemeinschaft" zu erfassen.[2]) Daß auch hierbei vor jeder verfrühten „Erklärung" des Zusammenhanges oder der Organisation des einzelnen Lebewesens aus diesem Zusammenleben gewarnt werden muß, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden; jedenfalls muß der hypothetische Charakter der versuchten Erklärung stets klar hervorgehoben werden. Wie man in gemeinverständlicher Form zur Beobachtung der heimischen Lebewelt und zum Nachdenken über das den äußeren Verhältnissen oft wunderbar angepaßte Triebleben der Pflanzen und der Tiere anregen kann, zeigen zahlreiche volkstümliche Schriften, unter denen ich namentlich die „Streifzüge durch Wald und Flur" von B. Landsberg und die inhaltreichen „Naturstudien" von K. Kraepelin[3]) hervorhebe.

---

der Vögel nach ihrem Gesange. 1. Aufl. Berlin, Robert Oppenheim 1894. (Gustav Schmidt); 6. Aufl. Leipzig, Quelle & Meyer 1913. S. auch O. Kleinschmidt, Die Singvögel der Heimat. Leipzig, Quelle & Meyer 1913.

1) Leipzig, B. G. Teubner. Aus Natur und Geisteswelt. Bd. 221.

2) Vergl. F. Dahl, Anleitung zu zoologischen Beobachtungen. Wissenschaft und Bildung. Leipzig Quelle & Meyer 1910. Schon in einer älteren kleineren Schrift (Das Tierleben im deutschen Walde nach Beobachtungen im Grunewald. Jena, Gustav Fischer 1902) sucht der Verfasser an einem konkreten Beispiel eine Anleitung zu geben, wie man die Beobachtungen in der Tierwelt nicht nur verwertet, um die Tiere kennen zu lernen, sondern auch vor allen Dingen, um das Tierleben zu verstehen. Ohne auf eine Kritik der Einzelheiten einzugehen, verweise ich auf die in zweiter Auflage erschienene Schrift: Der Grunewald bei Berlin, seine Geologie, Flora und Fauna. Jena, Gustav Fischer 1912, in der die Geologie durch F. Wahnschaffe, die Pflanzenwelt durch P. Graebner und die Tierwelt durch R. v. Hanstein eine gemeinverständliche und durchaus zuverlässige Schilderung gefunden hat. Über die Sammeltechnik geben mehrere Artikel dieses Werkes eingehende Anleitung, so E. Wagler, Hydrobiologische Sammelmethoden, S. 147ff.; O. Steche, Über das Sammeln von Insekten, S. 159ff.; P. Kammerer, Fundplätze, Fang und Transport der Weich- und Wirbeltiere, S. 179ff.

3) Beide im Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.

Handelt es sich in diesen Klassen auch in erster Linie um Artenkenntnis in systematischer Gruppierung, so bieten die Ausflüge doch auch zugleich Gelegenheit, die Flora und Fauna der Formationen in Wald und Heide, in Wiese und Moor, in stehenden wie in fließenden Gewässern kennen zu lernen und die ökologische Betrachtung der Pflanzenvereine und der durch sie beeinflußten Tierwelt für die oberen Klassen vorzubereiten. Hier muß dann nach den Worten des Meraner Berichts[1]) „auf Grund der bereits erworbenen und entsprechend zu erweiternden Kenntnisse namentlich die Fähigkeit entwickelt werden, die das organische Leben kennzeichnenden Veränderlichkeiten, das Ineinandergreifen der Vorgänge und den Zusammenhang der Abhängigkeiten aufzufassen und in ihrer Gesetzmäßigkeit zu begreifen."

In diesem Sinne wird viel von sogenannten Lebensgemeinschaften gesprochen. Bekanntlich ist es das Verdienst von Friedrich Junge in seinem bereits eingangs erwähnten Buche vom „Dorfteich", diesen Begriff in die pädagogische Literatur eingeführt zu haben. Dabei wurde der von Moebius entlehnte Begriff der Biocoenosis oder Lebensgemeinde[2]) schon insofern merklich verändert, als das von diesem betonte quantitative Element, die Ertragsfähigkeit einer bestimmten Bodenfläche, in den Hintergrund trat.

Mit einer gewissen Einseitigkeit wird in neuerer Zeit auch auf das Süßwasserplankton als eine Lebensgemeinschaft hingewiesen, die als Gegenstand des Unterrichts im Freien auf allen Stufen andern Biozönosen schon deshalb vorzuziehen sei, weil es sich unter Zuhilfenahme des Mikroskops außerordentlich leicht demonstrieren lasse, und weil man die wechselseitigen Beziehungen, in denen die einzelnen Komponenten zueinander stehen, leichter zu entdecken und klarer nachzuweisen vermöge als bei jeder andern Lebensgemeinschaft, die man bisher in der Schule zu verwerten versucht hat.[3]) Insbesondere hält O. Zacharias, der Leiter der biologischen Station in Plön i. H., „das Plankton für ausgezeichnet dazu qualifiziert, dem Schüler das Naturwalten an einem prägnanten Paradigma vorzuführen, wie es kein zweites von solcher Eindringlichkeit in bezug auf den pädagogischen Erfolg gibt"[4]). E. Krüger[5]) sieht den besonderen Wert der Ausführungen von Zacharias darin, daß er die eingehendere Behandlung der Biozönosen auf eine beschränken will. Den Fortschritt gegen den „Dorfteich" bezeichnet er mit den Worten: „Wohl keine andere Biozönose zeigt die Wechselwirkung zwischen Tier und Pflanze gleich vorzüglich, keine gleich großartig die Schönheit organischer Gebilde auf so kleinem Raume den erstaunten Blicken als das Plankton."

Diesen und ähnlichen mehr oder weniger überschwänglichen Darstellungen[6]) gegenüber mag zunächst erwidert werden, daß die eigentlich exakte Planktonuntersuchung, bei der es sich vor allem

1) Gesamtbericht der Unterrichtskommission S. 180.

2) Moebius versteht darunter eine „Gemeinschaft von lebenden Wesen" oder „eine den durchschnittlichen Lebensverhältnissen entsprechende Auswahl und Zahl von Arten und Individuen, welche sich gegenseitig bedingen und durch Fortpflanzung in einem abgemessenen Gebiete dauernd erhalten". Vgl. K. Moebius, Die Auster und die Austernwirtschaft. Berlin, Wiegandt, Hempel & Parey 1877.

3) O. Zacharias, Das Plankton als Gegenstand der naturkundlichen Unterweisung in der Schule. Leipzig, Th. Thomas 1907. 2. Aufl. 1909. — Derselbe, Gedanken und Vorschläge zu einer Neugestaltung des biologischen Unterrichts. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. 3. Bd. 1907. — Derselbe, Das Süßwasserplankton. Aus Natur und Geisteswelt. Bd. 156. Leipzig, B. G. Teubner 1907.

4) O. Zacharias, Die staatliche Sanktion des biologischen Unterrichts. Stuttgart, Schweizerbart'sche Buchhandlung 1909. S. 9.

5) E. Krüger, Über das Plankton und seine Verwendung im naturkundlichen Unterricht. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. 4. Bd. S. 278.

6) So z. B. W. Bölsche, Auf dem Menschenstern. Dresden, Reißner 1909. S. 183—192: Plankton, ein Kapitel vom biologischen Unterricht.

auch um die Erforschung der quantitativen Verhältnisse, um Zählungen und Messungen handelt, für den Schulunterricht überhaupt kaum in Betracht kommt. Für ihn handelt es sich einmal um die Beobachtung der eigenartigen Anpassungen, die den verschiedenen Formen das „Schweben" ermöglichen, also um Anpassungen an die gemeinsame Lebensweise[1]), und um einen Einblick in die gegenseitigen Beziehungen der Planktonformen zu- und voneinander und dem umgebenden Medium, der schon deshalb von Bedeutung ist, weil er zu einem Verständnis der wirtschaftlichen Bedeutung dieser kleinen Lebewesen führen kann.

Im übrigen hat R. v. Hanstein in einem lichtvollen Vortrage auf der 20. Hauptversammlung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts diese Frage beleuchtet, wobei er vor allen Dingen geltend macht, daß die größere Unmittelbarkeit der Anschauung zweifellos für andere auch ohne Mikroskop zu beobachtenden Lebensgemeinschaften in Anspruch zu nehmen ist. Auch weist er mit Recht darauf hin, daß es doch recht lange gedauert hat, bis die Wissenschaft dazu kam, gerade das Wesen der hier in Betracht kommenden Anpassungen und ihre Beziehungen zu den Verhältnissen des Wohnelements zu erkennen, und daß man daher von einem Schüler, selbst wenn er den oberen Klassen angehört, nicht erwarten darf, daß er in wenigen Exkursionen und Unterweisungen sich diese Erkenntnisse durch eigene Beobachtung und eigenes Denken „erarbeitet". Ebenso wird der Vorteil der Durchsichtigkeit der Planktonten und die dadurch erleichterte Beobachtung des inneren Baues durch die geringe, die Hilfe des Mikroskops beanspruchende Körpergröße wieder aufgewogen. Zwar bietet das Plankton eine Fülle schönster und zierlichster Formen und Strukturen, die ästhetische Naturbetrachtung kann aber doch auch in Wald und Flur, in Wiese und Moor reiche Anregung finden.[2])

Damit soll aber keineswegs gesagt sein, daß das Plankton im Schulunterricht keine Berücksichtigung verdiene. Auch v. Hanstein erkennt an, daß die Rolle des Planktons in der Natur eine so große und wichtige ist, daß der Unterricht namentlich in den oberen Klassen nicht achtlos an ihm vorbeigehen darf, zumal die Planktonuntersuchungen auch das Interesse der Schüler in hohem Grade zu fesseln geeignet sind. So schreibt er: „Es ist in der Tat ein ‚Erlebnis' für die Schüler, wenn sie zum ersten Male das Gewimmel der winzigen Organismen in der aus dem Planktonnetz entleerten Flüssigkeit mit eigenen Augen sehen." In demselben Sinne schreibt auch M. Voigt[3]): „Wer nur einmal den Versuch gemacht hat, seine Schüler an einen See oder größeren Teich hinauszuführen, um dort vor ihren Augen die im freien Wasser treibenden Organismen herauszufischen, der wird völlig überzeugt sein, daß wir in dem Plankton ein hervorragendes Bildungsmittel besitzen . . ."

Wertvoll ist es jedenfalls, wie v. Hanstein schreibt, sofort an Ort und Stelle Beobachtungen anzustellen „über die auffallende Verschiedenheit in der Zusammensetzung, das auffallende Zurücktreten des Krustazeenplanktons im hell beleuchteten Wasser der Oberfläche, das Vorherrschen desselben in größerer Tiefe und an beschatteten Stellen usw. All dies wirklich einmal an Ort und Stelle selbst miterlebt und mitbeobachtet zu haben, ist für die biologische Erkenntnis von so großer Wichtigkeit, daß dieser Einblick in das Naturleben keinem Schüler vorenthalten bleiben sollte".

Daß die unmittelbar nach dem Fang im Freien angestellten Beobachtungen immer nur

---

1) Vgl. B. Landsberg, Didaktik des botanischen Unterrichts. Leipzig, B. G. Teubner 1910. S. 180 ff.

2) R. v. Hanstein, Die Behandlung des Planktons im Schulunterricht. Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaft. XVII. Jahrg. 1911. S. 121 ff.

3) M. Voigt, Das Plankton unserer Binnengewässer und die Behandlung dieser Biocönose im biologischen Unterricht. Monatshefte 1907. I. Bd. S. 30 f.

vorläufige und flüchtige sein können, liegt auf der Hand. Aber auch in den darauffolgenden Übungsstunden wird es sich, wie v. Hanstein richtig bemerkt, nur um eine orientierende Formenkenntnis handeln können, da zu eigentlichen Bestimmungsübungen in der Regel die erforderliche Zeit fehlt; es muß hier, wie überall im biologischen Unterricht, „viel weniger Wert auf systematische Vollständigkeit als auf wirklich klare Erkenntnis großer leitender Gesichtspunkte" gelegt werden.

Über die technische Ausführung des Planktonfanges bringt u. a. der schon erwähnte Aufsatz von M. Voigt wertvolle Angaben. Das wichtigste Hilfsmittel ist natürlich das Planktonnetz[1]), für dessen Selbstanfertigung er (S. 33) eine beachtenswerte Anleitung gibt. Auch über den Gebrauch des Netzes, über das Etikettieren, den Transport und das Demonstrieren des Planktons gibt er wertvolle Ratschläge. Auch die Untersuchung des Wassers auf seinen Gehalt an Kohlensäure durch die Phenolphtaleïnprobe und an Sauerstoff und Stickstoff durch den Tenaxapparat von Prof. Friedrich C. G. Müller findet S. 35f. ausführliche Darstellung.[2]) Die Literatur für Planktonstudien hat B. Landsberg in seiner „Didaktik" zusammengestellt[3]), die wichtigsten Bestimmungswerke nennt auch M. Voigt (a. a. O. S. 37f.). Es geht daraus hervor, daß es an Hilfsmitteln für die Verwertung des Planktons im Schulunterricht nicht gebricht.[4])

Bei voller Anerkennung der theoretischen wie auch der in wirtschaftlicher Beziehung praktischen Wichtigkeit der Planktonkunde wird es von keiner Seite bestritten, daß es sich hierbei nicht um das einzige Problem handelt, das der ökologischen Betrachtung in den Oberklassen gestellt wird. Auch einer seiner eifrigsten Vorkämpfer, wie E. Krüger, sucht dem Mißverständnis vorzubeugen, als solle das Plankton einseitig den biologischen Unterricht beherrschen, und selbst O. Zacharias verwahrt sich gegen die Auffassung, als ob der biologische Schulunterricht in Planktonkunde aufzugehen habe.

Die Aufgabe des ökologischen Unterrichts in den oberen Klassen darf nicht zu eng aufgefaßt werden, sie darf sich überhaupt nicht auf ein einzelnes Problem beschränken, wenn der Zweck erreicht werden soll, unsere Jugend heimisch zu machen im großen Vaterhause der Menschheit und vor allem in der eigenen Heimat[5]), „sie dazu zu führen, daß Erde und Steine, Bäume und Kräuter, Pflanzen und Tiere eine beredte Sprache zu ihr reden; sie dazu zu bringen, daß die Natur selbst ihr die Fragen entgegenruft, die sie sich jetzt von Büchern stellen läßt, das dürfte die wesentlichste Aufgabe des biologischen Unterrichts auch auf der Oberstufe sein".

In gleichem Sinne habe ich wiederholt einer allgemeinen ökologischen Heimatkunde das Wort geredet, nur daß ich die Bezeichnungsweise „Biozönose" oder „Lebensgemeinschaft" möglichst vermieden habe, weil sie, wie bereits oben bemerkt, in ihrer ursprünglichen Bedeutung bei Moebius, ebenso wie der Begriff des Planktons bei V. Hensen und seiner Schule, auch die für die Zwecke der Schule nicht unmittelbar verwertbaren quantitativen Verhältnisse in sich einschließt. In einer kleinen oben erwähnten Schrift über „Biologische Heimatkunde

1) Vgl. hierzu die auf S. 150 dieses Werkes angegebenen Bezugsquellen.

2) Vgl. außerdem B. Landsberg, Didaktik für den botanischen Unterricht S. 185f., sowie Zeitschrift für angewandte Chemie 1899.

3) S. 174f., sowie auch in dem allgemeinen Literaturverzeichnis S. 293f.

4) In dieser Hinsicht sei auch an dieser Stelle auf die ausführlichen Angaben von E. Wagler, Hydrobiologische Studien hingewiesen, S. 147 ff. dieses Werkes. — Vgl. auch W. Schurig, Hydrobiologisches und Plankton-Praktikum, eine erste Einführung in das Studium der Süßwasserorganismen. Mit einem Vorwort von R. Woltereck. Leipzig, Quelle & Meyer 1910.

5) Vgl. B. Landsberg, Didaktik S. 191.

in der Schule" habe ich im Jahre 1909 darauf hingewiesen, daß — soweit das Pflanzenleben in Betracht kommt, das doch auf den biologischen Exkursionen stets die Grundlage für die planmäßige Beobachtung darbietet — von Eugenius Warming[1]) der in dieser Hinsicht sehr brauchbare Ausdruck „Pflanzenverein" eingeführt ist, der in der Wissenschaft überall Anerkennung gefunden hat, und besser wie das oft mißbrauchte Wort „Lebensgemeinschaft" das bezeichnet, was ohne Frage auch für die Zwecke der Schule von Bedeutung ist.

Warming definiert diesen Begriff in folgender Weise: „Arten, die einen Verein bilden, müssen entweder dieselbe Haushaltung führen, ungefähr dieselben Anforderungen an die Natur des Standortes (Nahrung, Licht, Feuchtigkeit usw.) stellen, oder die eine Art muß in ihrem Leben so von der anderen abhängen, daß sie bei dieser findet, was ihr nützt, vielleicht sogar am besten dienlich ist; es muß eine Art Symbiose oder Syntröphie zwischen diesen Arten herrschen" (S. 7). Es handelt sich also nicht etwa nur um die floristische Verschiedenheit zweier Gebiete, sondern der Begriff des Pflanzenvereins schließt das Hinzutreten der ökologischen Beziehungen ein. „Der denkende Forscher", sagt Warming, „wird bei der einfachen Feststellung von Tatsachen nicht stehen bleiben, er sucht nach den Gründen, weshalb alle diese Beziehungen, so sind, wie sie sind".

An einigen konkreten Beispielen habe ich a. a. O. gezeigt, wie ich seit einer längeren Reihe von Jahren die Exkursionen mit den Schülern der oberen Klassen verwertet habe, diesen Beziehungen nachzuspüren und nach ihren Gründen zu suchen, indem ich dabei außerdem den veränderlichen Faktor der Jahreszeit in den Kreis der Betrachtung zog. Gerade das zeitliche Nacheinander bietet in Verbindung mit der Abhängigkeit der Lebewesen von der Beschaffenheit des Bodens, von Wasser, Licht, Wärme und voneinander für die ökologische Naturbetrachtung ein sehr dankbares Feld.

Es fehlt hier der Raum, näher auf die Einzelheiten der in der „Biologischen Heimatkunde" (S. 40—60) ausgeführten Beispiele einzugehen. Nur möchte ich hervorheben, daß trotz der ungewöhnlichen Pflanzenarmut des nordwestdeutschen Flachlandes die ökologische Betrachtung durch den Umstand begünstigt wird, daß der Einfluß mehrerer den Pflanzenwuchs bedingenden Elemente, des Wassergehalts, der physikalischen und chemischen Beschaffenheit des Bodens sowie der verschiedenen Höhenlage, sich deutlich bemerkbar macht, worauf schon F. Buchenau in seiner „Flora der nordwestdeutschen Tiefebene"[2]) hingewiesen hat: „In dieser Beziehung bedingen die großen Gegensätze von Geest, Moor und Marsch Verschiedenheiten der Pflanzenbedeckung, wie sie sich im übrigen Deutschland in so dicht benachbarten Strichen und bei so geringen Niveauunterschieden nicht wiederfinden."

Zu den hier großzügig skizzierten Verschiedenheiten treten noch weitere Abweichungen der Bestände, je nachdem der alte Diluvialboden der Geest den ursprünglichen Ton- und Kalkgehalt mehr oder weniger durch Wasser und Wind verloren hat. Auf den höhergelegenen Geestrücken, wo der Boden nur aus Kies oder gröberem Sand besteht wie auch auf den die Flußtäler begleitenden Dünenzügen finden wir Siedelungen von *Weingaertneria*, *Ammophila*, *Carex arenaria* und anderen xerophilen Gräsern, bei humoser Beschaffenheit des Landes Bestände von *Calluna* mit *Empetrum* und *Cladonia* sowie Kiefernwäldchen mit ihren Begleitern. Dagegen trägt der lehmig-tonige Geestboden an verschiedenen Stellen ausgedehnte

1) E. Warming, Plantesamfund, Grundtræk af den ökologiske Plantegeografi, Kjöbenhavn, Philipsens Forlag, 1895. Ins Deutsche übersetzt von E. Knoblauch. 1. Aufl. 1896. 2. Aufl. der deutschen Ausgabe bearbeitet und nach der neuesten Literatur vervollständigt von Paul Graebner. Berlin, Gebr. Borntraeger 1902.

2) Leipzig, W. Engelmann 1894. S. V.

Eichen- und Buchenwälder, so namentlich in dem benachbarten oldenburgischen Gebiet. Dazu kommen die Wassergewächse und die vom Ufer immer weiter nach innen vordringenden Sumpfpflanzen, Anfänge von Grünlandsmooren, die neben den am Geestrande, aber auch in Vertiefungen auf der eigentlichen Geest auftretenden Sphagnummooren zeigen, wie Pflanzen Land bilden. Auch dem Plankton wird auf den Ausflügen mit den Unterprimanern im Anschluß an das Klassenpensum und an die hier einsetzenden mikroskopischen Schülerübungen bei jeder geeigneten Gelegenheit Beachtung geschenkt.

Gleiche oder ähnliche Gesichtspunkte lassen sich aber auch in anderen Gebieten Deutschlands für eine ökologische Betrachtungsweise verwerten, wenn auch die floristische Zusammensetzung der Pflanzenvereine von der unserigen im einzelnen abweicht[1]). So beschreibt O. Uttendörfer[2]) einen Ausflug auf den Crebraer Hammerteich in der Oberlausitz, in dem gleich eingangs der Gegensatz zwischen der Vegetation öder Sandflächen (*Weingaertneria*-Heide) und der saftigen Wiesen im schlammgedüngten Überschwemmungsgebiet eines benachbarten Flüßchens geschildert wird. Eine Bootfahrt bietet bequeme Gelegenheit zur Beobachtung der Eigenart von Uferpflanzen wie *Lythrum Salicaria, Scirpus lacustris, Equisetum limosum* mit ihren im Schlammgrund sich immer weiter einbohrenden Wurzelstöcken oder von den luftführenden, unten gekammerten Stengeln des Wasserfenchels und dem gleichfalls gekammerten Wurzelstock des Wasserschierlings. Als echtes Wassergewächs läßt die Seerose ihre langen Blatt- und Blütenstiele wie glatte Schlangen aus der Tiefe aufsteigen, die breiten Blätter ordnen sich zweckmäßig zu einer riesigen Rosette, in deren Mitte sich die weiße Blüte wiegt. Es fehlt hier der Raum, um alle Einzelheiten der Beobachtungen an *Utricularia* und *Myriophyllum*, über die Vermehrungsart von Froschbiß und Wassernuß wiederzugeben. Der Aufsatz zeigt uns, wie man nicht nur an Ort und Stelle die Lebensbedingungen der Gewächse verständlich machen, sondern auch die heimatlichen Beobachtungen verwerten kann, das Verständnis für die Eigenart der Vegetation ferner tropischer Länder vorzubereiten. Ohne mit allen „Erklärungen" des Verfassers einverstanden zu sein, kann man in dieser Richtung doch aus seiner Darstellung manche wertvolle Anregung entnehmen.

Auch der bereits erwähnte „Herbstspaziergang" von D. Wiemann in Königsfeld quer durch die große Görlitzer Heide schildert die Eigenart der Pflanzenvereine, die sich auf den von der Neiße in rastloser Arbeit ausgewaschenen Terrassen in verschiedener Höhenlage und auf verschiedenen Bodenarten angesiedelt haben. Wir müssen es uns auch hier versagen, auf die Einzelheiten des von dem Verfasser gezeichneten Naturbildes einzugehen, an dem er verstanden hat, den Zöglingen des Seminars die Beziehungen der Lebewesen zwischen Lebenslage und Ausrüstung, zwischen Formation und Habitus darzulegen und durch diesen Einblick

1) Ganz allgemein möge an dieser Stelle auf die Sammlung pflanzengeographischer Monographien hingewiesen sein, die von A. Engler und O. Drude unter dem Titel „Die Vegetation der Erde" herausgegeben werden (Leipzig, W. Engelmann). Insbesondere ist beachtenswert P. Graebner, Die Heide Norddeutschlands und der sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. 1901. O. Drude, Der Herzynische Florenbezirk. Grundzüge der Pflanzenverbreitung im mitteldeutschen Berg- und Hügellande vom Harz bis zur Rhön, bis zur Lausitz und dem Böhmerwalde. 1902.

Vergl. außerdem P. Graebner, Die Pflanzenwelt Deutschlands; mit zoologischen Beiträgen von F. G. Meyer, Leipzig, Quelle & Meyer 1909; P. Graebner, Botanischer Führer durch Norddeutschland. Berlin, Gebr. Borntraeger 1903. Ferner: Dünenbuch, Werden und Wandern der Dünen, Pflanzen- und Tierleben auf den Dünen, Dünenbau. Bearbeitet von F. Solger, P. Graebner, J. Thienemann, P. Speiser und F. W. O. Schulze, Stuttgart, F. Enke 1913.

2) O. Uttendörfer, Ein Ausflug auf den Crebraer Hammerteich. Natur und Schule 1904. III. Bd. S. 89ff.

in das Getriebe der Natur Geist und Gemüt seiner Schüler zu weiteren Studien anzuregen.

Zu diesen Schilderungen der ökologischen Verhältnisse des Flachlandes gesellen sich drei Aufsätze von L. Lämmermayr[1]), die uns in die Natur der steirischen Berge führen. Der erste schildert eine botanische Exkursion auf den Polster bei Eisenerz, während die beiden anderen in verschiedene Abschnitte zerfallen, von denen I. Die Höhle die Abstufung des Lichtbedürfnisses der vor dem Höhleneingange und der im Höhleninnern angesiedelten Gewächse und die Abhängigkeit des Wuchses von der Belichtung zum Gegenstande hat. Es folgt dann II. Ein Spaziergang am Flußufer, III. Die Bergwiese, IV. Die Vegetation der Halden. Hier finden auch paläontologische Funde Berücksichtigung, die uns in die Zeiten des Miozän zurückversetzen, als Palmen und Lorbeer, *Cassia* und *Ficus*, Myrthe und Bambus, Kampfer- und Zimtbäume hier in lauer südlicher Luft grünten und dufteten. Dem schließt sich an V. Im Waldesdom mit einer Betrachtung über den Einfluß der Beleuchtungsstärke auf die Vegetation des Waldbodens. Dagegen zeigen VI. Die südseitigen Kalkklippen ein so ausgeprägtes Standortsgepräge, „wie wir es zur Veranschaulichung der Elemente und Eigenart eines Xerophytenvereins nicht besser und vollständiger finden können". Der VII. Abschnitt ist dem Epheu gewidmet, insbesondere der durch Beleuchtungsextreme verursachten Doppelgestalt seiner Blätter und Zweige. Unter VIII. Pflanzliche Bodenetiketten werden wir mit „Leitpflanzen" für Serpentin, für Gneisfelsen, für Kalk- und sogar für Galmeiboden bekannt gemacht. Eine herbstliche Bergfahrt zeigt uns die Gliederung des Pflanzenwuchses in vertikaler Richtung und ein letzter Abschnitt behandelt die Pflanze als Ingenieur, „wie fruchtbar die Zugrundelegung des mechanischen Prinzips für die Betrachtung und Erklärung pflanzlicher Formen ist", wie „die Schöpfungen der Pflanzenwelt in keiner Weise hinter den vollendetsten Leistungen der modernen Technik zurückbleiben".

Es ist bemerkenswert, daß die im vorigen geschilderte Methode der Verschmelzung geologischer und biologischer Betrachtungen ganz im Sinne der von R. Flatt empfohlenen Konzentration der Unterrichtsfächer liegt, und zwar läßt sich hier, wo es sich um die Abhängigkeit der Organismen von der Bodenformation handelt, „die Verbindung der verschiedenen Unterrichtsfächer zu einem organischen Ganzen" ohne jeden künstlichen Zwang durchführen.

Ein Muster in dieser Beziehung verdanken wir W. Gothan, der in einem kleinen aber inhaltreichen Buche[2]) zum ersten Male das Prinzip angewandt hat, „das in geologischen Führern stets benutzt wird und benutzt werden mußte, nämlich die Demonstration an Ort und Stelle, indem der Beobachter in festgelegten Exkursionen mit genauest beschriebenem Wege zu bestimmten Stellen hingeführt wird, wo der betreffende Pflanzenverein entwickelt ist". Auch er verurteilt die Methode, nur „Pflanzen zu sammeln", um sie vielleicht in Herbarien aufzustapeln, auch hat er es nicht darauf abgesehen, „Seltenheiten" zu entdecken, sondern in dem Buche sind „fast nur ganz gemeine Vertreter der einzelnen Vereine" aufgeführt, denn gerade diese zeigen die Anpassung an die Umwelt am besten, sie verdanken gerade ihr die Häufigkeit ihres Vorkommens. Dabei warnt er vor der Unsitte des „unnützen Ausraufens der Pflanzen an den in dem Büchlein genannten Stellen", um auch anderen die Möglichkeit zu lassen, die gleichen Beobachtungen anzustellen.

1) L. Lämmermayr, Zur Pflege der Exkursionen. Natur und Schule 1907. VI. Bd. S. 453. Ferner: Naturstudien und Lehrwanderungen aus der Umgebung einer deutschen Alpenstadt. Monatshefte 1912. V. Bd. S. 241 ff.; S. 327 ff.

2) W. Gothan, Botanisch-geologische Spaziergänge in die Umgebung von Berlin. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner 1910.

Die geologischen Verhältnisse sind nur insoweit berücksichtigt, als es für das Verständnis der Bildung einzelner Bodenarten und Geländeformen Bedeutung hat, und gerade darin liegt der besondere Vorzug seiner Darstellung. Die Betrachtung der Oberflächengestaltung des Geschiebemergels, der alten Grundmoräne, mit seinem welligen und hügeligen Gelände, in dessen Senken sich die charakteristischen „Sölle" befinden, führt zu einem Einblick in die Entwicklungsgeschichte der diluvialen und alluvialen Bodenarten. Sie verdanken ihre Entstehung der Wirkung gewaltiger, beim Abschmelzen des Inlandeises abfließenden Wassermassen, indem sich an einer Stelle Gesteinsblöcke, an anderen Kies oder Sand, Lehm oder feiner Tonschlamm abgelagert haben. Dabei lernen wir dann zugleich die wichtigsten Leitpflanzen dieser Bodenarten und die Pflanzenvereine kennen, die sich auf diesem Untergrunde angesiedelt haben.

Auf neun, zu verschiedenen Jahreszeiten, von Ende März bis Ende September, nach verschiedenen Richtungen hin unternommenen Exkursionen werden diese Pflanzenformationen in ihrer Eigenart und in ihren Lebensbedingungen erläutert. So werden wir mit den Verhältnissen des vorwiegend mit Erlen bestandenen Bruchwaldes sowie mit der Verlandungs- und Moorvegetation bekannt, die an vielen Orten die Sölle mit Torf ausfüllen. Wir werden eingeführt in das Verständnis für die Bedürfnisse der Bodenflora des Laubwaldes im Frühling und der reichen Bestände des Adlerfarns im sommerlichen Kiefernwalde; wir lernen die Gewächse feuchter Laubwaldstellen kennen wie auch den Verein der Steppenpflanzen, die Sand-, Ruderal- und Ackerflora bis zu den „Trampelpflanzen", wie dem großen Wegerich und dem Vogelknöterich, die sich mit betretenen Wegen und Wegrändern als Nährboden begnügen.

In einer Besprechung des Buches in der „Monatsschrift für höhere Schulen"[1]) hatte ich den Wunsch ausgesprochen, daß vielleicht in einer künftigen Auflage auch der Tierwelt Beachtung geschenkt werden möge, um das Büchlein zu einem Exkursionsbuche für allgemein-biologisch-geologische Heimatkunde zu erweitern.

Dem ist, wenn auch in anderer Form, durch eine gemeinverständliche Darstellung entsprochen, in der von berufener Seite die geologischen, botanischen und zoologischen Verhältnisse des Grunewalds bei Berlin[2]) behandelt werden. Daß auch das Tierleben sich in den Rahmen einer ökologischen Betrachtung einfügt, bezeugt einer der Verfasser: „Der sorgfältige Naturbeobachter wird bald finden, wie jeder Baumbestand, jeder Pflanzenverein seine eigenen tierischen Bewohner hat, wie Kiefer, Eiche und Erle ihre besonderen Kostgänger beherbergen, das Schilf andere Bewohner birgt als die schwimmenden Algenwatten, das Moor andere als die feuchte Wiese und der trockene Boden der Kiefernheide. In dem eigenen Aufsuchen solcher Zusammenhänge, die zur Erkenntnis bestimmter, durch ihre wechselseitigen Bedürfnisse aufeinander angewiesener Lebensgemeinschaften oder Biozönosen führt, beruht erst der eigentliche Gewinn naturwissenschaftlichen Beobachtens" (S. 81).

Als praktisch ausgeführtes Beispiel einer Verknüpfung von geologischen, floristischen und faunistischen Erfahrungen erwähnen wir zum Schluß auch die lebensvolle Schilderung, die E. Wernicke von seinen Ferienwanderungen mit den Primanern des Gymnasiums zu Marienwerder gegeben hat.[3]) Eine kleine Karte auf S. 3 gibt Aufschluß über das durchwanderte Gebiet der großen südpommerellischen Heide, auf der die Endmoränen, Stauseen und Sande

---

1) Berlin, Weidmannsche Buchhandlung 1912. XI. Jahrg. S. 58f.

2) Der Grunewald bei Berlin, seine Geologie, Flora und Fauna. Gemeinverständlich dargestellt von F. Wahnschaffe (Geologie), P. Graebner (Botanik) und R. v. Hanstein (Zoologie) mit einer Einführung von H. Potonié. 2. Aufl. Jena, G. Fischer 1912.

3) E. Wernicke, Erdkundliche und naturwissenschaftliche Schülerwanderungen durch die Tuchler Heide. Monatshefte 1912. V. Bd. S. 1ff.

skizziert sind. Neben der Vegetation, die besonders durch die Eibenbestände merkwürdig ist, von denen noch 5000 Stämme und Stämmchen in dem 18,5 ha großen Gebiete vorhanden sind, wird auch die Fauna eingehend geschildert, insbesondere die reiche Vogelwelt der Stauseen. Auch die menschlichen Siedelungen und die anthropologischen Verschiedenheiten der Bewohner geben Anlaß zu Studien. Neben der anschaulichen Schilderung verdeutlicht eine Reihe von Abbildungen die geologischen und floristischen Sehenswürdigkeiten des Gebietes, das nur in großen Zügen geschildert wird.

Wir verstehen, daß durch solche Wanderungen bei den Schülern nicht nur das naturwissenschaftliche Interesse und die Liebe zur Heimat gestärkt wird, sondern daß sie von dem Angeschauten auch Eindrücke und Kenntnisse fürs Leben mitbringen.

B. Geologie.

Es ist eine erfreuliche Tatsache, daß sich in der pädagogischen Literatur auch für die geologischen Exkursionen in den letzten Jahren eine gesteigerte Teilnahme zu erkennen gibt, obwohl gerade diesem naturgeschichtlich so bedeutsamen Unterrichtszweige auf den höheren wie niederen Schulen der meisten deutschen Bundesstaaten wie auch Österreichs ein noch erheblich geringerer Spielraum gewidmet ist[1]) als beispielsweise dem biologischen. So schreibt A. Liebus[2]): „Die Geologie nimmt trotz aller Reformen der letzten Zeit noch immer eine Art Aschenbrödelstellung ein. Sie wird zumeist immer noch als ein Anhängsel der Mineralogie betrachtet. Das prägt sich sogar in ihrer Stellung an der Universität aus. Sie bildet in den Prüfungsvorschriften für die Lehrbefähigung in Naturgeschichte an den höheren Schulen keinen eigenen Gegenstand, wird infolgedessen von den Hörern der Naturwissenschaften äußerst selten belegt und gehört."

Die Unterrichtskommission der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte hat in ihrem Meraner Bericht von 1905 in sehr bescheidener Weise mit ihren Reformvorschlägen auch in diesem Punkte wieder an den früheren Lehrplan der Realschule erster Ordnung von 1859 angeknüpft, indem sie für die neunstufigen Realanstalten die Wiedereinrichtung eines geologischen Kurses in der Oberprima gefordert hat. Sie hat aber zugleich darauf hingewiesen, daß dieser Plan voraussetzt, „daß ein großer Teil der Fragen aus der allgemeinen Geologie schon in den mittleren Klassen durch Beobachtungen auf den gemeinschaftlichen Ausflügen und im Anschluß daran im naturwissenschaftlichen und geographischen Unterricht vorbereitet wird, und daß auch die Paläontologie in dem vorhergegangenen biologischen Unterricht eine Grundlage findet".[3])

Wenn die Unterrichtskommission hierbei in erster Linie auf die Ausflüge hingewiesen hat, so ist damit zum Ausdruck gebracht, daß Geologie wie Biologie sich nicht in der Schulstube oder aus Büchern lernen lassen, sondern nur aus Beobachtungen in der freien Natur; man muß deshalb, wie auch Liebus a. a. O. (S. 158) sagt, „das Schwergewicht des geologischen Unterrichts in die Exkursionen verlegen. Geologie ohne Arbeit im Freien betreiben zu wollen, hieße in den alten Fehler der Bücherweisheit wieder verfallen".

1) Über die Stellung der Geologie in den geltenden Lehrordnungen vgl. die Zusammenstellung in der Geologischen Rundschau 1910, S. 95ff., wobei ich allgemein auf die in dieser Zeitschrift erscheinenden vortrefflichen Jahresberichte von P. Wagner über die Geologie im Schulunterricht hinweisen möchte.

2) Adalbert Liebus, Der praktische Naturgeschichtsunterricht an einem österreichischen Gymnasium. Monatshefte 1910. III. Bd. S. 152.

3) Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Leipzig, B. G. Teubner 1908. S. 130.

Selbstverständlich lassen sich — wie auch der genannte Verfasser zugibt — in den geologischen Aufschlüssen einer Gegend den Schülern nicht alle Einzelheiten aus der Entwicklung der Erdrinde vorführen, aber das, was die Umgebung des Schulortes bietet, soll jedenfalls voll ausgenutzt werden.

Das Anschauungsmaterial für einen erfolgreichen geologischen Schulunterricht braucht durchaus nicht in ausgedehnten Sammlungen und wertvollen Apparaten zu bestehen, sondern läßt sich, wie schon der verstorbene Oberbergrat Chelius[1]) ausgeführt hat, in anspruchsloser, aber nicht minder lehrreicher Form schon in der nächsten Umgebung, im Haus, Hof und Garten finden.

In demselben Sinne führt der Rektor R. Roestel[2]) vom Standpunkt des Volksschulunterrichts die Worte eines anderen Geologen an: „Gedankenlos schreiten viele nicht nur über die Steine der Straße; gedankenlos starrt ihr Auge auf die Kiesel des Baches oder Meeresstrandes; gedankenlos schweift es über Gebirgsrücken und Täler, an Felswänden empor oder senkt sich in das Tosen und Brausen des Flusses hinab. Unheimlich Gefühl nur überkommt den Menschen; nicht sieht er im tosenden Wasser eines der mächtigsten Werkzeuge der Natur, welches Tag und Nacht geschäftig seine Kanäle und Rinnen in die Gesteine gräbt und die zerstörten Teile der Berge in die Ebene hinunter und zu den Tiefen des Ozeans trägt" (S. 434).

Nachdem er auf die wirtschaftliche Bedeutung hingewiesen hat, die ein gewisses Maß von geologischen Kenntnissen für jeden Staatsbürger und für jedes Gemeinwesen haben muß, fährt er fort: „Gewiß sollen unsere Schulkinder keine Geologen im Sinne der Wissenschaft werden; aber wir wollen sie vor Schaden bewahren, wir wollen, daß sie Menschen werden, die mit offenem Auge und denkendem Verweilen die Dinge in der Natur betrachten, ihr heimatliches Landschaftsbild begreifen und die Gaben der Heimaterde verständig gebrauchen lernen" (S. 442). Neben dem praktischen Nutzen legt er aber den größten Wert auf die erziehliche Bedeutung geologischer Beobachtungen, die man umsoweniger unterlassen sollte, als das Anschauungsmaterial gerade für geologische Vorgänge überall zu Gebote steht: „Die abtragende und wiederaufbauende Tätigkeit des Wassers, seine Schleifarbeit an den Kieseln des Baches oder in der Traufe der Rinne, die Wirkungen des Frostes an den Gesteinen: das alles kann überall beobachtet werden" (S. 443). Durch solche heimatliche Beobachtungen wird der Schüler in den Stand gesetzt, sich auch ein Bild zu machen von den geologischen Vorgängen in entfernten Gegenden und Zeiten.

Es ist derselbe Ruf nach Selbsttätigkeit und Selbständigkeit in der Bildung von Urteilen und Begriffen, den ein anderer Verfasser in den Worten zum Ausdruck bringt: „Was not tut, ist Anschauung, ist Sachunterricht. Statt der Worte die Sachen, statt der Schemata das Leben, statt der Bücher die Natur! Wenn der Schüler ein Stück Erdgeschichte, wenn er die Entstehungsgeschichte seines kleineren oder größeren heimatlichen Bezirkes aus der Anschauung kennen lernt, wenn er die heimatlichen Formationen mit ihren Steinen und Leitfossilien, mit ihren Verwerfungen, Faltungen und Überschiebungen selbst sieht, kurz wenn er seine gesamten erdgeschichtlichen Kenntnisse aus der Natur statt aus dem Buch, auf der Exkursion statt im Schulzimmer, forschend und selbständig arbeitend mit dem Hammer statt hörend und nur aufnehmend mit Hilfe des Bleistiftes sich erwirbt: dann entsteht Leben und

1) C. Chelius, Geologie als Heimatkunde in Haus und Hof. Natur und Schule 1907. VI. Bd. S. 468ff.

2) R. Roestel, Die Aufgabe der Geologie und ihre Bedeutung für die Schule. Ebenda 1904. III. Bd. S. 433ff.

Lebenslust statt des Unmuts und Verdrusses, der von der Menge des Wissenstoffes, von der Fülle des Ballastes oft hervorgerufen wird."[1])

Man wird den vorstehenden Äußerungen entnehmen dürfen, daß der Ruf nach geologischen Exkursionen wirklich einem inneren tiefempfundenen Bedürfnis entspringt. Berichte über tatsächlich ausgeführte Exkursionen aus den verschiedenen Bezirken des deutschen Vaterlandes sind auf diesem Gebiete noch mehr erwünscht als auf jedem anderen, da sich schon wegen der geologischen Verschiedenheiten die Ausflüge nicht nach einem bestimmten Schema ausführen lassen. Mit Recht hat daher der Landesgeologe Geheimrat Jentzsch[2]) in einem Vortrage, den er im Jahre 1910 auf der Posener Versammlung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts gehalten hat, den Wunsch ausgesprochen, daß den Lehrbüchern für den geologischen Unterricht je nach der Gegend, in der sie gebraucht werden sollen, geologische Kärtchen und Übersichten des betreffenden Landes oder Landesteiles beigegeben würden. Es wäre gewiß eine sehr dankenswerte Aufgabe, nach den Spezialkarten der geologischen Landesanstalten Übersichtskarten in verkleinertem Maßstabe herzustellen, die in handlicher Form dem Schüler einen Überblick über die Bodenverhältnisse der Umgebung des Heimatortes darbieten, sie würden jedenfalls eine empfehlenswerte Beigabe zu jedem geologischen Leitfaden bilden. Bis dahin müßte es genügen, daß, nach dem Vorschlage von Jentzsch, die Spezialkarte[3]) an einem den Schülern zugänglichen Orte ausgehängt würde und Gelegenheit böte, die Zeichen lesen und die Verteilung der Bodenarten durch Selbststudium kennen zu lernen.

Im übrigen ist der bereits erwähnten Aufforderung Landsbergs, Mitteilungen über wirklich erlebte Exkursionen der Öffentlichkeit zu unterbreiten, auch auf dem Gebiete der Geologie in reichem Maße entsprochen. Wenn er (a. a. O. S. 157) schreibt: „So haben wir noch nichts über geologische Exkursionen in dem norddeutschen Tiefland gebracht und über ihre besonderen Aufgaben", so können wir heute auf eine ganze Reihe von Berichten über dieses Exkursionsgebiet verweisen. Bereits erwähnt haben wir, daß Roestel a. a. O. gezeigt hat, wie man unter verhältnismäßig einfachen Verhältnissen im norddeutschen Flachlande grundlegende Beobachtungen anstellen kann. Er hat außer anderen Veröffentlichungen in neuerer Zeit auch eine „Übersicht über das in der Volksschule zu verwertende geologische Beobachtungsmaterial"[4]) gegeben.

Auch Wernicke bringt in seinen gleichfalls bereits besprochenen Wanderungen durch die Tuchler Heide wertvolle Angaben, wie das nach Süden bis zum Urstromtal Weichsel—Netze—Oder vordringende weite Heide- und Sandgebiet mit seinen Moränen, Geschiebemergel, Moor-

1) W. Berleger, Die Geologie im Seminar. Monatshefte 1911. IV. Bd. S. 364.

2) Prof. Dr. A. Jentzsch, Die Geologie in der Schule. Abgedruckt in den Unterrichtsblättern für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht 1910. Nr. 6.

3) Gemeint ist die Geologische Spezialkarte von Preußen und den Thüringischen Staaten. Im Maßstabe von 1:25000. Die Vertriebsstelle der Preuß. Geolog. Landesanstalt (Berlin N 4, Invalidenstraße 44) gibt die Karten mit Erläuterungen zum halben Preise (1 ℳ) an Lehrer ab, wenn diese bescheinigen, daß die Karten nur für Schulzwecke verwendet werden sollen. Neuerdings hat allerdings das Ministerium für Handel und Gewerbe auf Veranlassung der Oberrechnungskammer der Geologischen Landesanstalt aufgegeben, die Spezialkarten nicht mehr an solche Lehranstalten zum halben Preise zu überlassen, die außerhalb Preußens liegen. Wir schließen uns dem in der Geologischen Rundschau (1911. II. Bd. S. 38) ausgesprochenen Wunsche an, daß diese Maßregel wenigstens für die benachbarten Bundesstaaten, für die Preußen die Kartierung übernommen hat, wieder aufgehoben werden möge. — Geologische Landesanstalten bestehen außerdem in allen anderen größeren deutschen Bundesstaaten. Ohne staatliche geologische Landesanstalten sind in Europa überhaupt nur die Türkei, Griechenland, Serbien und Montenegro.

4) Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht 1913. VI. Bd. S. 193f.

und Seenbildungen mit ihren Uferterassen für geologische wie für biologische Beobachtungen nutzbar verwertet werden kann.

Ebenso haben wir schon auf das treffliche Buch von W. Gothan hingewiesen, in dem in genau beschriebenen Exkursionen gezeigt wird, wie man geologische und botanische Studien auf Spaziergängen in der Umgegend von Berlin vereinigen kann.

Genauere Angaben über die Geologie dieses Gebietes bringt K. Hucke[1]) in einem Buche, das eine frühere Programmarbeit zu einem sehr brauchbaren Führer durch die Mark Brandenburg erweitert. Beachtenswert sind schon die allgemeinen Ratschläge, die er für die Ausrüstung erteilt: Außer Hammer und Rucksack auch Meißel, Packpapier, Etiketten zum Aufschreiben der Fundorte, eine Lupe, kleine Gläschen oder Blechschachteln zum Aufbewahren von kleinen Versteinerungen, Kompaß mit Klinometer, Metermaß, Bindfaden usw., auch seine Anweisungen über Sammeln und Präparieren wird der Anfänger willkommen heißen.[2]) Nach einem kurzen Überblick über die geologische Entwicklung, die Bodenarten und Gesteine der Mark Brandenburg führt uns eine Reihe von siebzehn Exkursionen durch das ganze Gebiet, im Süden bis an den Fläming und die eigenartigen als „Rummeln" bezeichneten Erosionstäler.

Jeder, der nicht schon vorher mit den geologischen Verhältnissen dieses Gebietes vertraut war, wird überrascht sein, welche Mannigfaltigkeit von Formationen „des Heiligen Römischen Reiches Streusandbüchse" aufzuweisen hat. Allerdings sind die älteren Formationen nur wenig vertreten, so die silurische Grauwacke am Koschenberg bei Senftenberg mit Granit und Diabasgängen. Wichtiger sind die Zechsteingips- und -steinsalzlager bei Sperenberg mit der auffallenden Mächtigkeit von 1200 m. Berühmt sind die Triasablagerungen von Rüdersdorf namentlich durch die auf der Oberfläche des Muschelkalkes beobachteten Gletscherspuren, durch die Torell im Jahre 1875 zur Begründung seiner Inlandeistheorie veranlaßt wurde.[3]) Von mesozoischen Formationen sind sonst nur turone und senone Kreidemergel erwähnenswert, die das Material für eine ausgedehnte Schlemmkreidefabrikation liefern. Unter den tertiären Vorkommnissen ist namentlich der zur Ziegelbereitung vorzüglich geeignete oligozäne Septarienton von großer wirtschaftlicher Bedeutung; das Miozän ist durch seine Braunkohlenflöze bedeutsam, die mit den Baumstümpfen von *Sequoia* und *Taxodium* die Überreste von Küstensümpfen darstellen, den nordamerikanischen „swamps" vergleichbar. Den größten Teil der Mark nimmt aber die Diluvialdecke ein, alle Geländeformen, die dem Auge des Wanderers auffallen, finden ihre Erklärung in den abtragenden und aufbauenden Kräften der Eiszeit. Näher auf Einzelheiten einzugehen, fehlt hier der Raum. Die überall eingestreuten technischen Mitteilungen sind auch für die Schule im Interesse der vielbesprochenen „staatsbürgerlichen Erziehung" sehr willkommen. Statt „Bürgerkunde" als ein besonderes Lehrfach einzuführen, ist es jedenfalls vorzuziehen, neben dem geschichtlichen auch den natur-

1) K. Hucke, Geologische Ausflüge in der Mark Brandenburg. Leipzig, Quelle & Meyer 1911.

2) Vgl. darüber K. Keilhack, Lehrbuch der praktischen Geologie. 2. Aufl. 1908. Stuttgart, F. Enke: Arbeiten im Felde: A. Die geologischen Bodenaufnahmen. 1. Die Feldausrüstung des Geologen usw. Arbeiten im Hause: A. Methoden der Bodenuntersuchung usw. — Außerdem findet man Anweisungen, z. B. bei J. Walther, Vorschule der Geologie. Jena, G. Fischer; A. Berg, Einführung in die Beschäftigung mit der Geologie. Ebd. 1909. Von demselben Verfasser erschien kürzlich in Bastian Schmids Schülerbibliothek: Geographisches Wanderbuch für mittlere und reife Schüler, ein Führer für Wandervögel und Pfadfinder. Leipzig u. Berlin. B. G. Teubner 1914. Vgl. auch die Angaben über die Ausrüstung für geologische Exkursionen in dem Artikel desselben Verfassers in diesem Werke S. 471—77. — Eine gemeinverständliche Anleitung zum Sammeln und Bestimmen der Versteinerungen Deutschlands bietet E. Fraas, Der Petrefaktensammler. Stuttgart, K. G. Lutz 1910.

3) Ein Findling mit der Aufschrift „Torell, Schwed. Geolog" gibt an Ort und Stelle davon Kunde.

wissenschaftlichen Unterricht durch volkswirtschaftliche Belehrungen zu einer gesunden staatsbürgerlichen Erziehung des heranwachsenden Geschlechts auszugestalten.

Von einem anderen Gebiete des norddeutschen Flachlandes, der Umgebung Lüneburgs, zeigt K. Olbricht[1]), ein genauer Kenner der Lüneburger Heide[2]), in knapper Form, wie man die Schüler mit dem Bau der heimatlichen Scholle bekannt machen und in geologisches Arbeiten einführen kann. Es sind hauptsächlich drei Aufschlüsse behandelt, der Zechstein des Kalkbergs mit den großen Gipsbrüchen, ein Aufschluß im Tertiär, Kreide und Trias (Keuper) und endlich Kiesgruben mit eiszeitlichen Ablagerungen, die dem Verfasser Gelegenheit geben, seine Zöglinge zum Nachdenken über die aufbauenden und umgestaltenden Kräfte der Natur anzuregen, denen die Heimat ihre Oberflächengestaltung verdankt. Der kurze Artikel zeigt durch eine Fülle von Beobachtungen und Gesichtspunkten, daß geologische Ausflüge nicht gleichbedeutend sind mit dem Sammeln von Versteinerungen, daß sie vor allem dazu berufen sind, der Konzentration, der Anregung zum Nachdenken über den Zusammenhang des Ganzen, zu dienen. Auch Olbricht berichtet, daß sowohl bei kleineren Spaziergängen wie auch auf Fernfahrten die Schüler immer wieder auf den Zusammenhang von Boden und Lebewelt hingewiesen werden, wobei auch die menschlichen Siedelungen nicht unberücksichtigt bleiben. „Auf den oberen kalkreichen Grundmoränen liegen große Äcker mit Dörfern, hier wächst der Laubwald. Auf den Sandböden dagegen finden wir Heide und Nadelwald, an den trockenen Stellen sogar Dünen." Es kann nicht überraschen, daß die Schüler, wie der Verfasser berichtet, derartigen Ausflügen großes Interesse und Verständnis entgegenbringen, das im vorhergehenden und nachfolgenden Klassenunterricht durch Verknüpfung der Beobachtungstatsachen noch weiter gefördert wird.[3])

Die westlichen, das norddeutsche Flachland nach Süden abschließenden Mittelgebirge, den Teutoburger Wald, Wesergebirge, Süntel, Deister und Osterwald und die mehr östlich gelegenen Mulden, die Hilsmulde, die Gronauer, Einbecker und Hildesheimer Mulde nennt der schon erwähnte Artikel von W. Verleger; vom Standpunkt der Exkursionen behandelt er aber nur den Teutoburger Wald mit seinem reichen Anschauungsmaterial und schönen Landschaftsbildern.

Wenn man von Bremen aus, dessen nähere Umgebung nur Diluvium und Alluvium aufweist, auch älteres anstehendes Gebirge für Unterrichtszwecke verwerten will, so sind die ebengenannten Mittelgebirge verhältnismäßig am leichtesten mit der Eisenbahn zu erreichen.

Die Zusammensetzung der diluvialen und alluvialen Ablagerungen findet an unserer Anstalt naturgemäß schon auf den ökologischen Exkursionen, auf denen es sich um die Abhängigkeit der Pflanzenvereine von den Bodenverhältnissen handelt, weitgehende Beachtung.

1) K. Olbricht, Geologische Ausflüge als Ergänzung des erdkundlichen und naturkundlichen Unterrichts. Monatshefte 1911. IV. Bd. S. 481 f.

2) Derselbe, Grundlinien einer Landeskunde der Lüneburger Heide. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. 18. Bd. 6. Heft. Stuttgart, J. Engelhorn 1909.

3) Im Interesse der Konzentration der Unterrichtsfächer mag hier allgemein nicht nur auf die erwähnten von G. Hahn herausgegebenen „Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde", sondern auch auf die Sammlung von A. Scobel, „Land und Leute, Monographien zur Erdkunde" hingewiesen werden (Bielefeld u. Leipzig, Velhagen & Klasing,), wenn auch das rein Geologische und Naturwissenschaftliche dabei zurücktritt. Der 18. Band behandelt „Die Lüneburger Heide", bearbeitet von R. Linde. — Über den Naturschutzpark am Wilseder Berge, dem höchsten Punkte der Lüneburger Heide, hat der Verein „Naturschutzpark" E. V. (Sitz Stuttgart) eine Schrift herausgegeben, „Der erste deutsche Naturschutzpark in der Lüneburger Heide". Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung. — „Über die geologischen und agronomischen Verhältnisse im Kreise Fallingbostel" belehrt uns eine kleine mit großer Sachkunde geschriebene Broschüre von Oskar Wolff. Hannover, Hahnsche Buchhandlung 1912.

Bei diesen Gelegenheiten versäume ich nie, an geeigneten Örtlichkeiten auch auf die geologisch bemerkenswerten Erscheinungen, die sich auf die mutmaßliche Entstehung des Bodens beziehen, hinzuweisen, so auf die nordische Herkunft der großen Felsblöcke wie der kleineren Geschiebe, die auf dem Heideboden liegen oder die von dem Landmann aus dem Acker aufgelesen und auf einen Haufen zusammengeworfen sind; auf Moränen- und Dünenbildungen, auf geschichtete Ablagerungen u. dgl.[1]) Auf den Ausflügen mit den Unterprimanern werden im Anschluß an einen dem Chemieunterrichte dieser Klasse eingefügten mineralogisch-petrographischen Kursus die Geschiebe auch gesammelt und auf ihre mineralische Zusammensetzung hin untersucht.

Während ich auf diesen Unterrichtsausflügen in Übereinstimmung mit der Auffassung von H. Wermbter[2]) den Begriff der Heimat auf den Umkreis zu beschränken pflege, den man mit den Schülern in einem halben Tage, in der Regel in einem Nachmittage, erreichen und durchstreifen kann, mußte ich diesen Begriff, um überhaupt anstehendes Gestein zu erreichen, für die geologischen Exkursionen mit den Oberprimanern etwas weiter fassen. Indessen habe ich mich hier auf einfache Tagestouren beschränkt, da ich, ähnlich wie E. Wernicke, die Erfahrung gemacht habe, daß die Aufnahmefähigkeit der Schüler nach längeren Wanderungen herabgesetzt wird.

Als ersten Ausflug wähle ich in der Regel die Fahrt nach dem Stemmerberge bei Lemförde, wo unmittelbar bei dem Hannoverschen wie bei dem Preußischen Berghause sowie auch in der Nähe des westfälischen Dorfes Haldem gute Aufschlüsse der obersenonen Kreide zu finden sind. Bringt dieser Ausflug auch keine große Mannigfaltigkeit der Formationen zur Anschauung, so bietet er doch Gelegenheit, daß unsere Flachlandbewohner, die nur Lehm und Sand als Bodenarten kennen gelernt haben, sich davon überzeugen, daß ein ganzer Berg durch und durch aus festem Gestein besteht, und daß es sich in allen Steinbrüchen um dasselbe flach nach Norden einfallende geschichtete Gestein handelt, in dem dünnplattige Kalkmergel mit festen Bänken wechsellagern, und in dem gewisse Versteinerungen und Abdrücke wie *Belemnitella mucronata, Gryphaea vesicularis, Inoceramus Cripsi* u. a. als Leitfossilien immer wiederkehren. Ein Vorzug dieser Aufschlüsse liegt darin, daß die wichtigsten Leitfossilien verhältnismäßig häufig sind. Ich mache hier fast jedesmal die Erfahrung, die ich weder vom Botanisieren noch vom Planktonfischen her in gleichem Maße kenne: Es kostet die größte Mühe, die Primaner von der Arbeit in den Steinbrüchen zum Weitergehen zu veranlassen, selbst wenn es nach getaner Arbeit zur Erholung gehen soll; so groß ist der Eifer des Suchens nach neuen Funden und Entdeckungen.[3])

Für einen weiteren Ausflug hat sich das Wiehengebirge mit dem Ausgangspunkt Porta am besten bewährt. Unmittelbar am Bahnhof erhebt sich hier am Jakobsberge als sehenswerte Naturnrkunde das gewaltige Profil, das schon Ferdinand Römer[4]) im Jahre

1) Außer dem grundlegenden Werke von F. Wahnschaffe, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes (Stuttgart, J. Engelhorn. 3. Aufl. 1909) erwähne ich die allgemein verständliche Darstellung desselben Verfassers: Die Eiszeit in Norddeutschland. Berlin, R. Müller 1912.

2) H. Wermbter, Heimatkunde in den oberen Klassen. Jahresbericht des Oberlehrervereins von Ost- und Westpreußen. 1902—03.

3) Ich habe hierbei auch stets die Erfahrung gemacht, daß die Schüler gern bereit waren, besser erhaltene Stücke oder seltenere Funde der Schulsammlung zu überlassen. „Raubzüge auf Petrefakten", vor denen in der Geologischen Rundschau (1913. IV. Bd. S. 283) gewarnt wird, sind selbstverständlich vom Standpunkte des Naturschutzes ebenso zu verurteilen, wie „das schonungslose Zusammenraffen seltener Pflanzen für das Pflichtherbarium".

4) F. Römer, Die jurassische Weserkette. Zeitschrift der Deutschen Geolog. Gesellschaft. 1857. IX. Bd. S. 581 f.

1857 beschrieben hat; am anderen Weserufer, am Wittekindsberge, steht das großartige aus Portasandstein erbaute Nationaldenkmal der Provinz Westfalen.

Gleich hinter dem Bahnhof betreten wir einen in den Berg hineingetriebenen Tiefbau, in dem der zu Bauzwecken beliebte Sandstein aus der Zone des *Sphaeroceras macrocephalum* in großen Quadern gefördert wird. Nachdem wir von dem zum Bismarckturm hinaufführenden Wege aus die Halden der höher gelegenen Ornatenschichten abgesucht und darauf das Liegende des Profils bis zur Ortschaft Hausberge verfolgt haben, wenden wir uns nach Norden zu den Aufschlüssen in der Nähe der Zementfabrik, die uns einen Einblick in die Schichten des *Pteroceras oceani* und der *Exogyra virgula* gewähren. Nachmittags wandern wir dann am linken Weserufer an dem Nordrande des Berges bis zum nächsten Querriß der Weserkette bei dem Dorfe Häverstedt, von wo wir bei dem Aufstieg bis zum Kamm die Reihenfolge der Zonen von den Gigasschichten bis zum Makrozephalensandstein an mehreren guten Aufschlüssen verfolgen. Auf einer Kammwanderung, die uns an der Wittekindsquelle und der Wittekindskapelle vorbeiführt und schöne Ausblicke in die südliche Landschaft gewährt, gelangen wir zum Aussichtsturm und von da zum Kaiserdenkmal, zur Linken begleitet von den überragenden Hersumer Schichten, die hier die oberste Kante des Gebirges bilden und vom Wittekindsturm an noch von dem Korallenoolith überlagert werden. Am Denkmal haben wir dann wiederum den Anblick des Profils am Jakobsberge mit seinen nach Norden einfallenden Schichten und genießen bis zur Rückfahrt den Anblick des vom Wiehengebirge bis zum Teutoburger Walde sich erstreckenden Geländes. Wir verfolgen den Silberstreifen des Weserstromes, der längere Zeit der Richtung des Gebirges nach Osten folgt, bis er nach Auswaschung eines Kessels bei Hausberge den Durchbruch nach Norden gefunden hat. Ich übergehe alle Einzelheiten der Beobachtung über Verwerfungen und Leitfossilien, über Messungen mit Kompaß, Klinometer und Barometer und begnüge mich mit dieser kurzen Skizze, die nur zeigen soll, wie man bei uns die das Flachland begrenzenden anstehenden Gebirgszüge zu Unterrichtsausflügen benutzen kann.

Ausflüge in annähernd gleichem Umfange lassen sich von Bremen aus auch nach Bad Essen mit den Aufschlüssen bei Hüsede und Wehrendorf wie auch nach dem Deister und den Bückebergen unternehmen. Bis zu der Grenze der Weserberge hat auch schon der Geograph J. G. Kohl in seinen „Nordwestdeutschen Skizzen"[1]) das heimatliche Gebiet aufgefaßt. Will man mehrere Tage daran geben, so kann man auch den Teutoburger Wald oder die reichen Aufschlüsse der Hilsmulde als Zielpunkt wählen; auch der Harz wird von bremischen Schulen zum Zweck geologischer Studien besucht. Für die Ziele des geologischen Schulunterrichts, der bei uns auf eine Wochenstunde in einer Klasse beschränkt ist, habe ich es vorgezogen, auf den Ausflügen nur möglichst einfache und klar übersichtliche tektonische Verhältnisse vorzuführen.

Ungleich günstiger gelegen ist beispielsweise die von uns nicht weit entfernte Stadt Hannover, nicht nur wegen der Nachbarschaft von Deister und Süntel, sondern auch, weil hier in unmittelbarer Nähe der Stadt Aufschlüsse von der Trias bis zum Diluvium zu finden sind. Zudem ist das Gebiet seit Römers Zeiten von verschiedenen Forschern wie Credner,

1) Zweite Auflage, herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. Niedersachsen-Verlag, C. Schünemann, Bremen 1909. — Über das besprochene Gebiet vgl. den etwas veralteten Führer von W. Trenckner, Die geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Osnabrück; Osnabrück, G. Veith 1881, sowie verschiedene in mehreren geologischen Zeitschriften erschienene Einzeluntersuchungen. Vgl. auch „Landeskunde Preußens", herausgeg. von A. Beuermann. Stuttgart, W. Spemann. Heft III: Die Provinz Westfalen nebst den Fürstentümern Lippe und Waldeck, bearb. von J. Stephansblome. 1912. Heft IV: Die Provinz Hannover, bearb. von A. Beuermann. 1910.

v. Seebach, Struckmann u. a. bis in die Gegenwart hinein bearbeitet und beschrieben[1]), so daß es an Zielpunkten der verschiedensten Art nicht fehlt. Das kürzlich erschienene Buch von L. Lerch, das sich als „Anleitung für geologische Wanderungen in der Umgegend von Hannover"[2]) bezeichnet, ist allerdings wohl kaum als ein „Führer" aufzufassen, da von Wanderungen in ihm überhaupt nicht die Rede ist, und der Inhalt statt nach Fundorten nach dem System der geologischen Formationen geordnet ist, ganz abgesehen davon, daß es auch in anderer Beziehung der Kritik nicht standhält.[3])

Dagegen ist für die geologische Heimatkunde von Südhannover in zweckentsprechender Weise gesorgt durch ein Buch von Heinr. Deppe[4]), der nicht einen geologischen Führer schreiben, sondern für die Zwecke der Schule eine Heimatkunde auf geologischer Grundlage schaffen wollte. Erst in der Verknüpfung von Erd-, Kultur- und Naturkunde sieht er den Hauptbildungswert des heimatkundlichen Unterrichts für jede Art von Schule.

Naturgemäß gruppiert sich die Behandlung der in dem Gebiete auftretenden Formationen um Göttingen, den Wohnsitz des Verfassers, und zwar erscheinen sie in fünf Landschaftsgruppen, wobei der Hainberg und der Göttinger Wald als Ausgangspunkt für die Muschelkalklandschaften dienen, das Reinhäuser Gebiet für die Landschaften des Buntsandsteins, das Göttinger Leinetal für Keuper- und Juralandschaften und der Hohehagen für den Basalt und Tertiärlandschaften. Das Grauwacken- und Zechsteingebirge an der unteren Werra erinnert in manchen Beziehungen an den Harz, der hier nur anhangsweise behandelt wird.

Für die Beschreibung von Unterrichtsausflügen in den Harz bieten gewissermaßen einen Ersatz die vortrefflichen Führer von F. Behme[5]), von denen der erste bereits vor etwa 20 Jahren erschienen ist. Wie diese Bücher ein Mittel bieten, „der Verflachung des Naturgenusses entgegenzuwirken, der bei dem weitgehenden Reisebedürfnis der Gegenwart nur allzuleicht in Gefahr gerät, in unverstandene Gefühlsschwärmerei oder in bloße sportliche Kraftleistung auszuarten", so können sie auch dem Lehrer der Naturwissenschaft zur Einführung in die geologischen Verhältnisse des nordwestlichen Oberharzes empfohlen werden. Besonders ausgezeichnet sind diese Führer dadurch, daß sie neben Karten, Profilen und historisch bedeutsamen Abbildungen eine reiche Beigabe von photographischen Originalaufnahmen bringen, ein Gebiet, auf dem der Verfasser Meisterhaftes leistet. Sie veranschaulichen die geologischen Verhältnisse des Harzes ebensowohl wie seine landschaftlichen Schönheiten, sie führen uns von den luftigen Gipfeln der Berge bis in die geheimnisvollen Tiefen der Höhlen und Schachte.

Für Thüringen hat Johannes Walther, der auch mehrfach sein Interesse für

---

1) Vgl. die Jahresberichte des Niedersächsischen Geologischen Vereins (Geologische Abteilung der Naturhistorischen Gesellschaft in Hannover). Druck von W. Riemenschneider in Hannover. Wie die Mitglieder des genannten Vereins auch in volkstümlicher Weise über die Verhältnisse des hannoverschen Heimatbodens Aufklärung verbreiten, zeigt ein Artikel von Dr. F. Schönborf: Geologischer Ausflug in die Gehrdener Berge bei Hannover. Mit einer geologischen Karte und sechs Textfiguren. Hannoverland, parteilose Zeitschrift für die Pflege der Heimatkunde und des Heimatschutzes. Augustheft 1913.

2) Hannover, Hahnsche Buchhandlung 1913.

3) Vgl. P. Wagner, Schulgeologische Rundschau 1912. Geologische Rundschau 1913. IV. Bd. S. 285.

4) H. Deppe, Die Landschaften Südhannovers und der angrenzenden Gebiete dargestellt auf geologischer Grundlage. Südhannoversche Heimatbücher, herausgeg. von A. Tecklenburg u. H. Deppe. Göttingen 1912, Vandenhoeck & Ruprecht.

5) F. Behme, Geologischer Führer durch die Umgebung der Stadt Goslar am Harz. Hannover, Hahnsche Buchhandlung. 3. Aufl. 1903.

Derselbe, Geolog. Führer durch die Umgebung der Stadt Harzburg. Ebd. 2. Aufl. 1908.

Derselbe, Geolog. Führer durch die Umgebung der Stadt Klausthal. Ebd. 2. Aufl. 1909.

Derselbe, Geolog. Führer durch die Umgebung der Stadt Blankenburg. Ebd. 1911.

den geologischen Schulunterricht[1]) bekundet hat, in seiner **Geologischen Heimatskunde**[2]) eine gründliche Anleitung für geologische Beobachtungen gegeben. Nachdem er im ersten Teil des Buches „Bilder aus der Urgeschichte der Erdrinde" gezeichnet hat, gibt er in der zweiten Hälfte zunächst eine dankenswerte Anleitung zu geologischen Aufnahmen, zur Behandlung und Aufbewahrung von Handstücken usw. und geht dann zu Angaben und Ratschlägen für geologische Exkursionen über. Er schildert zunächst einen Überblick vom Langen Berg, der geradezu den Schlüssel liefert für den geologischen Aufbau der thüringischen Heimat, dann einen Spaziergang von Eisenach zum Wachstein über die Wartburg durch die Drachenschlucht, an der die Erosionskraft des Wassers ihre Wirkung veranschaulicht. Weitere Wanderungen führen über die Stopfelskuppe, den Ruhlaer Sattel, den Inselsberg, vom Altenstein zum Stahlberg usf., wobei alle an dem Aufbau des Thüringer Waldes beteiligten Formationen vor die Augen geführt, und die Wirkungen vulkanischer wie neptunischer Gewalten veranschaulicht werden. Von den paläozoischen Quarziten und Schiefern, die in Steinbrüchen als Griffelschiefer und Schiefertafeln gewonnen werden, führt uns die Wanderung bis zu den ostthüringischen Braunkohlenlagern und zu den diluvialen Ablagerungen mit oft mächtigen erratischen Blöcken von nordischem Gneis und Granit. Über die Thüringer Senke führt der Weg weiter nordwärts zu dem sagenumwobenen Kyffhäuser und zu der in den Zechsteingips eingewaschenen Barbarossahöhle.

In sehr erfreulicher Weise hat das Beispiel Joh. Walthers für dieses wie auch für andere Gebiete Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mehrfach Nachahmung gefunden. Es kann hier aber nicht unsere Aufgabe sein, alle in neuerer Zeit erschienenen geologischen Führer und Wanderbücher[3]) eingehend zu besprechen. Wir beschränken uns im folgenden auf die Arbeiten zweier Schulmänner, von denen der eine, J. Ruska, die Umgebung Heidelbergs[4]) in mustergültiger Weise zur Anschauung gebracht hat. Schon früher hat derselbe Verfasser zwei Aufsätze in „Natur und Schule" demselben Gegenstande gewidmet.[5]) In dem erstgenannten Führer werden wir von kundiger Hand in einer Anzahl von Ausflügen und Wanderungen zurückgeführt in die „unendlich fernen Zeiten der Erdgeschichte" des Rotliegenden und Zechsteins, durch die Trias und Juraperiode hindurch bis zu dem Zeitpunkte, „wo die Geschichte

1) Joh. Walther, Die Geologie in der Schule. Natur und Schule 1902. I. Bd. S. 45ff. — Derselbe, Die Geologie im Schulunterricht. Beiträge zur Frage des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen, herausgegeben von Max Verworn. Jena, Gustav Fischer 1904. S. 70ff.

2) Derselbe, Geologische Heimatskunde von Thüringen. Ebenda 2. Aufl. 1903.

3) Beachtenswert sind die im Verlag von F. Enke in Stuttgart erschienenen Bücher: H. Franke, Geologisches Wanderbuch für den Thüringer Wald; E. Kirste, für Ostthüringen und Westsachsen; H. Menzel, für die Umgegend von Berlin; R. Bärtling, für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. Ebenso die bei Gebr. Borntraeger in Berlin erschienenen Geologischen Führer von R. Beck, Dresdener Elbtalgebiet; E. Geinitz, Mecklenburg; W. Deecke, Pommern; E. W. Benecke, H. Bücking, E. Schumacher und L. van Werveke, Elsaß; G. Gürich, Riesengebirge; A. Rothpletz, Alpen; A. Baltzer, Berner Oberland; F. X. Schaffer, Wiener Becken I—III; G. Klemm, Odenwald; C. Mordziol, Mainzer Tertiärbecken usw. Ferner Roths illustrierte Führer (Gießen, E. Roth) und J. Blaas, Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck, Wagnersche Universitätsbuchhandlung. Ein sehr ausführliches Werk ist Th. Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Stuttgart, E. Schweizerbart. — Für die geologische Heimatkunde beachtenswert ist die von C. Mordziol herausgegebene Sammlung: Die Rheinlande in naturwissenschaftlich-geograph. Einzeldarstellungen. Braunschweig, G. Westermann 1912 u. 1913. Vgl. im übrigen die nach Ländern geordnete Literatur für geologische Exkursionen in Joh. Walthers Vorschule der Geologie.

4) J. Ruska, Geologische Streifzüge in Heidelbergs Umgebung. Leipzig, E. Nägele 1908.

5) Derselbe, Schülerausflüge zur Einführung in die Geologie. Natur und Schule 1905. IV. Bd. S. 158ff. und V. Bd. S. 28ff.

des Menschen einsetzt und für den Geologen die Gegenwart beginnt". Mit Recht sieht auch er den Zweck eines guten Führers darin, daß er in erster Linie zum Beobachten anleitet, „denn eine einzige wirkliche Exkursion, und wäre es auch nur in die nächste Kiesgrube, ist für das Verständnis geologischer Vorgänge fruchtbarer als Bücherstudium ohne eigene Anschauung". Dabei ist der Verfasser von einer Überschätzung des „Unterrichts im Freien" und der Exkursionen weit entfernt[1]): „So unentbehrlich sie sind, um überhaupt einmal die Schüler an das Beobachten geologischer Tatsachen und Vorgänge im Freien zu gewöhnen und ihnen das Verständnis für den inneren Aufbau und die daraus resultierenden Oberflächenformen der heimatlichen Umgebung zu eröffnen, so muß man doch nicht glauben, daß sich nun alles auf Exkursionen erledigen ließe. Die einzelne Beobachtung an und für sich besagt noch nicht viel. Sie muß mit anderen verknüpft werden, es müssen allgemeine Schlüsse daraus abgeleitet werden, es muß durch das Studium der geologischen Karten eine Übersicht über größere Gebiete, durch die Benutzung geologischer und besonders paläontologischer Sammlungen ein vom Zufall weniger abhängiges und vollständigeres Bild der besuchten Formationen herausgearbeitet werden. Beobachtung des einzelnen und Einordnung in den großen Zusammenhang müssen stets Hand in Hand gehen, wenn die Exkursionen die erwarteten Früchte tragen sollen".

Auf planmäßig ausgewählten und genau beschriebenen „Streifzügen" werden die wichtigsten Begriffe der Geologie an konkreten Beispielen entwickelt, um auf dieser Grundlage einen Einblick zu geben in die Entstehungsgeschichte des ganzen oberrheinischen Gebirgssystems. Zahlreiche Photographien, die zumeist dem Eifer verschiedener Schüler zu verdanken sind, wie auch eine Übersichtskarte über das Gebiet veranschaulichen die beobachteten Erscheinungen.

Den andern, Karl G. Volk, haben wir bereits an anderer Stelle erwähnt. Auch von ihm kommen hier zwei Arbeiten in Betracht, einmal seine Aufsätze in den „Monatsheften" über geologische Wanderungen[2]) und zweitens sein „Geologisches Wanderbuch".[3]) In dem ersteren finden wir eine Reihe von Lehrproben, deren Überschrift uns den sachlichen Inhalt andeutet: 1. Wovon uns der Höbinger Steinbruch erzählt. 2. Wie es vordem war. 3. Die Zeit der Lorbeerbäume. 4. Die Macht des Wassertropfens. 5. Was der Bach tut. 6. Die Eiszeit. Jedes Kapitel ist für die unterrichtliche Behandlung gegliedert in: 1. Grundlegung (Versuche und daraus abgeleitete Beobachtungsergebnisse). 2. Lehrstück (Anwendung auf die Naturerscheinungen). 3. Erweiterung (Ausdehnung der Beobachtungsergebnisse auf mutmaßliche Vorgänge in der Vergangenheit). 4. Ergebnis. 5. Einfügung in das System.

Das Verfahren könnte pedantisch erscheinen, wenn nicht aus allen Einzelheiten der Darstellung die warme Liebe des Verfassers für die Sache wie auch für die lernbegierige Jugend hervorleuchtete.

In dem gleichen Gewande, als das Geistesprodukt eines echten Freundes seiner Schüler tritt uns sein „Geologisches Wanderbuch" entgegen. Schon die Form der Überschriften gibt einen Einblick in Herz und Gemüt des Verfassers: I. Vom herzhaften Wandern und fröhlichen Schauen. II. Des jungen Geologen Feldausrüstung. III. Beobachtungen in der Heimat. IV. Feriengruß und Bergheil! V. Wanderungen in den deutschen Mittelgebirgen: 1. In der Waldheimat des Thüringers; 2. Im Rheinischen Schiefergebirge; 3. Im westfälischen Urwald;

1) Vgl. a. a. O. IV. Bd. S. 159.

2) Karl G. Volk, Geologische Wanderungen am Schwäbischen Meere. Monatshefte 1910. III. Bd. S. 13, 57 u. 103ff.

3) Bd. 6 aus Dr. Bastian Schmids Naturwissenschaftlicher Schülerbibliothek. Leipzig, B. G. Teubner 1911.

4. Im Harz; 5. Salzsegen; 6. „Urfels". — Nirgends trockene Aufzählung von Tatsachen, sondern überall lebensvolle Schilderung! Wir hören, wie durch den Mund des Verfassers selbst das tote Gestein von seinen Schicksalen, vom Werden und Vergehen zu uns redet. Wer das Buch gelesen hat, wird nicht nur wertvolle Anregungen und Belehrungen über geologische Fragen und allgemein naturwissenschaftliche Probleme daraus schöpfen, sondern er muß auch fühlen, welchen Wert diese Betätigung in der freien Natur der Heimat für die Erziehung der heranwachsenden Jugend haben muß. Hier liegen die Wurzeln einer wahrhaft „deutschen Schule", die nicht nur Sitz- und Lernschule sein will, und deren Ideal sich nicht erschöpft in dialektischen und formalistischen Sprachübungen; einer Schule, die die ihr anvertraute Jugend in erster Linie fördern will zu klar sehenden und tatkräftigen Staatsbürgern und sie nicht absperrt durch die hohe Mauer philologischer Bücherweisheit von der deutschen Heimat, „wie sie sich weitet und dehnt vom Buchengrün auf Rügen bis zum Silberdiadem der Alpen".

Über zeitgemäße Einrichtungen für den naturgeschichtlichen Unterricht.[1])

Von Professor Dr. **Bastian Schmid**, Oberlehrer am Realgymnasium zu Zwickau.

Es war im Grunde genommen ebenso selbstverständlich wie zeitgemäß, als seinerzeit die Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte die Forderung aufstellte: „Was Neubauten von Schulgebäuden betrifft, so sollten Vorkehrungen dafür getroffen werden, daß die Anforderungen an die Zahl und Beschaffenheit der Räume, insbesondere auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht, bei der Aufstellung des Bauplans beachtet werden, und daß dem Direktor und den Fachlehrern grundsätzlich eine Mitwirkung hierbei zugewiesen wird. Es ist auch wünschenswert, daß Direktor und Fachlehrer bei der Neuausstattung der Unterrichtsräume rechtzeitig gehört und deren Vorschläge nach Möglichkeit berücksichtigt werden. Es empfiehlt sich nicht, daß die Ausstattung insgesamt von seiten der Bauleitung einer Firma übertragen wird, die ihr Schema in Anwendung bringt, ohne genügend zu beachten, ob dadurch den räumlichen Bedingungen und den Bedürfnissen des Unterrichts entsprochen wird."[2])

Erfreulicherweise war diese Forderung da und dort schon erfüllt, und heute können wir sehen, wie in steigendem Maße zielbewußte Fachgenossen, opferfreudige Behörden und Kommunen dieselbe in die Tat umsetzen, wenn auch anderseits nicht verschwiegen werden darf, daß auf beiden Seiten oder auf der einen oder anderen mitunter der rechte Wille fehlt.

Da nun nachgewiesenermaßen auf solch große Ausgaben, wie sie Neubauten erfordern, finanzielle Ruheperioden folgen und vielfach nachträgliche Änderungen nur mit großen Schwierigkeiten ausführbar sind, so muß man es geradezu eine Versündigung und schwere Schädigung an der Jugend nennen, wenn durch Rechthaberei, Bequemlichkeit oder andere Motive günstige Gelegenheiten verpaßt werden.

Es kann sich hierorts nicht darum handeln, an bestehenden schlechten Einrichtungen Kritik zu üben oder anderseits all die wirklich hervorragenden, zum Teil glänzenden Räume und deren Ausstattung namhaft zu machen, wie sie verschiedene unserer höheren Schulen aufweisen können, sondern lediglich um einige typische Beispiele. Neben solchen Einrichtungen, die allen Anforderungen gerecht werden, die mit dem Neubau ziel- und planvoll entstanden, werden auch andere zu nennen sein, die mühevoll durch nachträgliche Veränderungen in alten Gebäuden anzubringen waren und obendrein keine großen Kosten verursachen durften.

Gegenstand dieses Kapitels soll es nun sein, unter Beachtung des eben Gesagten die Unterrichts-, Übungs- und Sammlungsräume und deren Einrichtungen einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

I. Das naturgeschichtliche Unterrichtszimmer.

Wie verschiedenen auch nichtpreußischen Fachgenossen bekannt sein dürfte, hat die Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte mit Genehmigung der

1) Vgl. hierzu die Artikel von H. Poll, H. Fischer, P. Claussen, E. Wagler, O. Steche, P. Kammerer, B. Schorler, B. Wandolleck und F. Urban dieses Werkes.

2) Gutzmer, Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. S. 262. Leipzig, B. G. Teubner 1908.

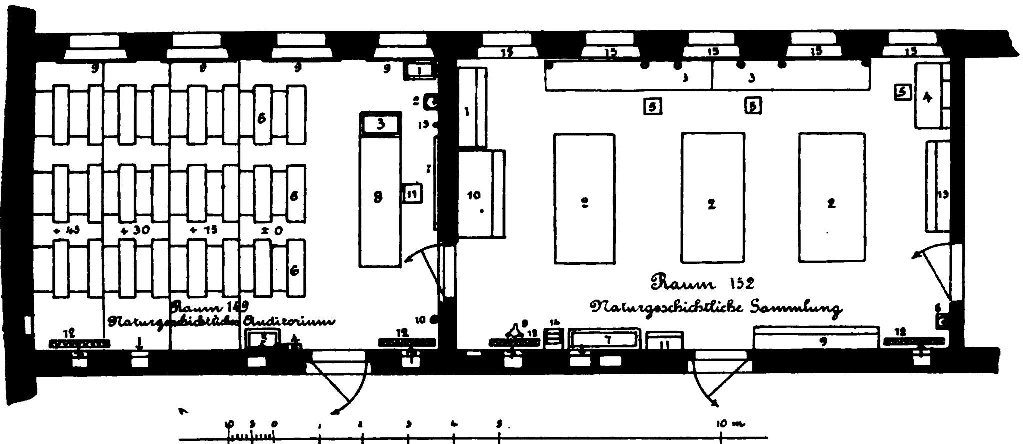


Abb. 286. Friedrichs-Realgymnasium. Übersichtszeichnung zu den Räumen für Naturgeschichte im 1. Stockwerk.

Zeichenerklärung: —o Gasauslaß, —+ Wasserauslaß, ⊖ Steckdose für Tischlampen, ● Steckdose für Arbeitsstrom.

Raum 149: 1. Aquarium auf fahrbarem Tisch. 2. Waschtoilette. 3. Terrarium mit Schirm 90/60. 4. Ausgußbecken. 5. Fahrbarer Wassertrog. 6. Bank. 7. Tafel. 8. Tisch mit schrankartigem Unterbau, Schubkästen und Sitznische. 9. Fenstervorhänge, dicke dunkle Zuggardinen. 10. Steckkontakt für Projektionsapparat. 11. Stuhl. 12. Heizkörper. 13. Gasauslaß.

Raum 152: 1. Schrank, Oberbau verglaste Schiebetüren und viele Kästen für Insekten. 2. Glasschrank mit Staubdichtung. 3. Tisch. 4. Schrank mit Aufsatz. 5. Stuhl. 6. Waschtisch. 7. Fahrbarer Projektionstisch mit Apparat. 8. Stativ für Projektionsschirm. 9. Mineralienschrank. 10. Schrank für Tafeln. 11. Schrank für Mikroskopie. 12. Heizkörper. 13. Schrank für Steinsammlung. 14. Trittleiter (2 Stück). 15. Dicke, rote Vorhänge.

preußischen Unterrichtsverwaltung an sämtliche neunklassige höhere Lehranstalten Preußens Fragebogen versandt, um auf diesem Wege Auskunft in betreff der vorhandenen und der wünschenswerten Einrichtungen für den physikalischen, chemischen und biologischen Unterricht zu erhalten.

Dem Herausgeber dieses Werkes, der mit dem chemischen und biologischen Teil der erwähnten Fragebogen betraut war, erschien unter den verschiedenen Fragen als eine der wichtigsten die nach dem Vorhandensein und der Einrichtung eines besonderen Unterrichtszimmers für den biologischen Unterricht.

„Überaus dringlich ist das Bedürfnis nach einem besonderen biologischen Unterrichtszimmer, das auch alle erforderlichen Vorrichtungen für Demonstrationen und Experimente, insbesondere auch einen Projektionsapparat enthalten muß. Ein solches Unterrichtszimmer ist schon jetzt an allen Anstalten um so nötiger, je mehr der naturkundliche Unterricht in einen wirklich biologischen übergeführt wird; der Unterricht im Klassenzimmer schließt nicht nur die meisten Experimente sowie verschiedene Demonstrationen und solche Beobachtungsaufgaben (beispielsweise Pflanzenkulturen) aus, die sich über längere Zeiträume erstrecken; er hat auch den Nachteil, daß die Präparate durch den Transport nach den einzelnen Klassenzimmern leicht Schaden leiden und daß zudem Zeitverluste für Lehrer und Schüler entstehen. Das Bedürfnis wird noch zunehmen, wenn der biologische Unterricht sich auch auf die Oberklassen erstrecken wird."[1])

Ein besonderes Unterrichtszimmer für den biologischen Unterricht war damals vorhanden an 27 Schulen, 25 dieser Schulen hatten einen eigenen Tisch zum Aufstellen von Präparaten. Gas und Wasserleitung waren in 17 biologischen Unterrichtszimmern eingerichtet, ein Projektionsapparat stand in 21 Unterrichtszimmern.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß von nicht weniger als 24 Schulen der dringliche Wunsch

---

1) Gutzmer, Die Tätigkeit der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. S. 262. Leipzig, B. G. Teubner 1908.

nach einem besonderen Unterrichtszimmer mit sämtlichen Vorrichtungen für Demonstrationen und Experimente ausgesprochen wurde. Auch trat der sehr berechtigte Wunsch einer Verbindung von Sammlungs- und Unterrichtszimmer auf. Ist doch durch diese Verbindung die volle Ausnutzung der oben hervorgehobenen Vorteile eines eigenen Unterrichtszimmers gewährleistet.

Im Interesse des Mikroskopierens (Vorführung von Präparaten, wie man sie mitunter auch im Unterricht in Mittel- bzw. Unterklassen braucht), ist es sodann höchst wünschenswert, wenn das Unterrichtszimmer ein größeres Fenster besitzt.

Wie beispielsweise das neue Friedrichs-Realgymnasium zu Berlin[1]) Lehrzimmer und Sammlungsraum gelegt hat, zeigt uns die auf Seite 450 wiedergegebene Übersichtszeichnung zu den Räumen für Naturgeschichte.[2])

Wir haben hier in Zwickau, wo es sich um eine alte Schule handelt, die Frage ähnlich gelöst. Zwar haben wir im biologischen Unterrichtszimmer vorläufig noch nicht die schätzenswerte Einrichtung eines fahrbaren Tisches, dafür findet sich zum Teil auch im Interesse des mineralogischen Unterrichts ein Schrank mit Reagenzien sowie ein Abzug.

Im Unterrichtszimmer wird man zweckmäßigerweise auch solche Lehrmittel, die gewissermaßen zum eisernen Bestand gehören und fast jeden Tag einmal gebraucht werden, in Schränken, Kästen und Schubkästen unterbringen.

Weiter geht noch das in seiner Art vorbildliche biologische Unterrichtszimmer des neuen Schillerrealgymnasiums zu Leipzig. Hier mußten aus Raummangel auch einige Sammlungsschränke untergebracht werden. Die Aufgabe ist aber so glücklich gelöst, und die in den Schränken aufbewahrten Sammlungsstücke sind so praktisch ausgewählt, daß man durchaus nicht den Eindruck erhält, als wäre man der Not gehorchend auf diesen Ausweg verfallen. Um die Aufmerksamkeit der Schüler nicht abzulenken, sind die Schränke an der Rückwand angebracht. Da die Einrichtung des Unterrichtszimmers auch sonst noch bemerkenswert ist, so entnehme ich der Beschreibung[3]) desselben Nachstehendes:

„Das Lehrzimmer (Abb. 287), dessen Fenster gegen SO blicken, ist 9,5 m lang und 6 m breit. Die zweisitzigen Bänke sind zu ebener Erde aufgestellt, in drei Reihen mit Zwischengängen; sie haben keine Trittbretter und Seitenholme, um die Reinigung des Fußbodens von den Abfällen, namentlich des botanischen Unterrichts, zu erleichtern. Der einfache Experimentiertisch (3 m lang, 0,85 m tief) steht auf niedrigem Podium an der Schmalwand der Eingangstür. Er ist mit mehreren Anschlußstellen für Gas und einer für elektrischen Strom versehen. Die eine Seite des Tisches wird von offenen Schubfächern für Tafelbilder eingenommen, die andere von Schubkästen für mikroskopische Präparate, Bestecke u. dgl. Dahinter an der Zimmerwand neben der Doppelwandtafel befindet sich ein Schränkchen für die Mikroskope. Links vom Tisch ist ein großes Wasserbecken mit Zu- und Ablauf angebracht, rechts der Skelettschrank so, daß das menschliche Skelett aus ihm heraus auf dem Podium bis zu dessen Vorderkante gerollt werden kann.

An der gegenüberliegenden Wand des Zimmers (Abb. 288) stehen Sammlungsschränke mit Schiebe-

1) 1906. Programm 111.

2) Wenn in Nachstehendem verschiedene Einrichtungen als vorbildlich hingestellt werden, so ist nicht ausgeschlossen, daß da und dort noch bessere bestehen mögen. Zwar hat der Verfasser verschiedene moderne Einrichtungen in den verschiedensten deutschen Staaten aus eigener Erfahrung kennen gelernt und sich im übrigen durch Programme zu orientieren versucht; aber abgesehen von der Unmöglichkeit, alle Neueinrichtungen in Augenschein zu nehmen, werden diese auch nicht immer in Programmen ausführlich beschrieben. Im übrigen handelt es sich hier nicht um das Anstreben irgendeiner Vollständigkeit, sondern lediglich um typische Beispiele. Jedenfalls ist der Verfasser für Mitteilungen über Neuerungen jeder Art sehr dankbar und wird nicht verfehlen, dieselben auch entsprechend zu verwerten. Auch die vom Verfasser herausgegebenen Monatshefte für den naturw. Unterricht werden fortab diesen Gegenstand im Auge behalten.

3) 1910. Programm Nr. 768.



Abb. 287. Städtisches Schillerrealgymnasium in Leipzig. Naturgeschichtliches Unterrichtszimmer. (Beschreibung im Text.)



Abb. 288. Städtisches Schillerrealgymnasium in Leipzig. Naturgeschichtliches Unterrichtszimmer. (Beschreibung im Text.)



Abb. 289. Städtisches Schillerrealgymnasium zu Leipzig mit Ausgang nach dem Schulhof und Schulgarten. Rechts oben Diapositivsammlung.

türen und Glasfenstern; in ihrer Mitte ist ein Schrank mit voller verschließbarer Holztür angeordnet, der einen an den Straßenstrom angeschlossenen, betriebsfertigen Projektionsapparat auf fahrbarem Tisch mit Widerstand und Ampèremeter birgt. Der Projektionsschirm kann unmittelbar vor der Doppelwandtafel herabgelassen werden. . . .

In der Mitte der anderen Längswand hängen übereinander aufgerollt drei Karten, eine Weltkarte in Mercatorprojektion, eine physikalische Karte von Europa und eine physikalische Karte von Deutschland. Links und rechts von den Karten befinden sich Starcksche Aufhängevorrichtungen für Wandbilder. Einen besonderen Schmuck erhält das Zimmer durch drei auf die Wand gemalte Bilder im oberen Fries: Mammute in der Tundra, Brontosaurus, von Lälaps verfolgt und Höhlenmenschen darstellend, sämtlich nach Kuhnert. Die Beleuchtung des Zimmers erfolgt durch elektrische Lampen an der Decke."

Aus dem Unterrichtszimmer führt eine Tür in das Sammlungszimmer, das eine Bodenfläche von 30 qm hat (Abb. 289).

II. Vivarien.[1])

Daß dem Aquarium und überhaupt dem Vivarium ein Platz im Unterrichtszimmer einzuräumen ist, dürfte keinem Zweifel unterliegen, insofern solche Einrichtungen während des Unterrichts des öfteren beansprucht werden. Damit soll natürlich das Unterrichtszimmer nicht ausschließlich als der Ort für die Vivarien bezeichnet werden. Sind doch schon die ganze Atmosphäre, der Staub, die Fülle von Erschütterungen, die den Tieren verursachten Unruhen allein Grund genug, um den Pfleglingen ein anderes Heim aufzuschlagen, abgesehen von noch anderen, im Interesse einer sorgfältigen Pflege liegenden Momenten.

Werfen wir nun einen Blick auf die „Einrichtungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an der Oberrealschule in St. Georg zu Hamburg" (1911. Programm Nr. 1050).

1) Vgl. hierzu den Artikel von F. Urban S. 268 ff. dieses Werkes. Der Herr Verfasser hat an der Oberrealschule zu Plan mustergültige Vivarienanlagen eingerichtet.

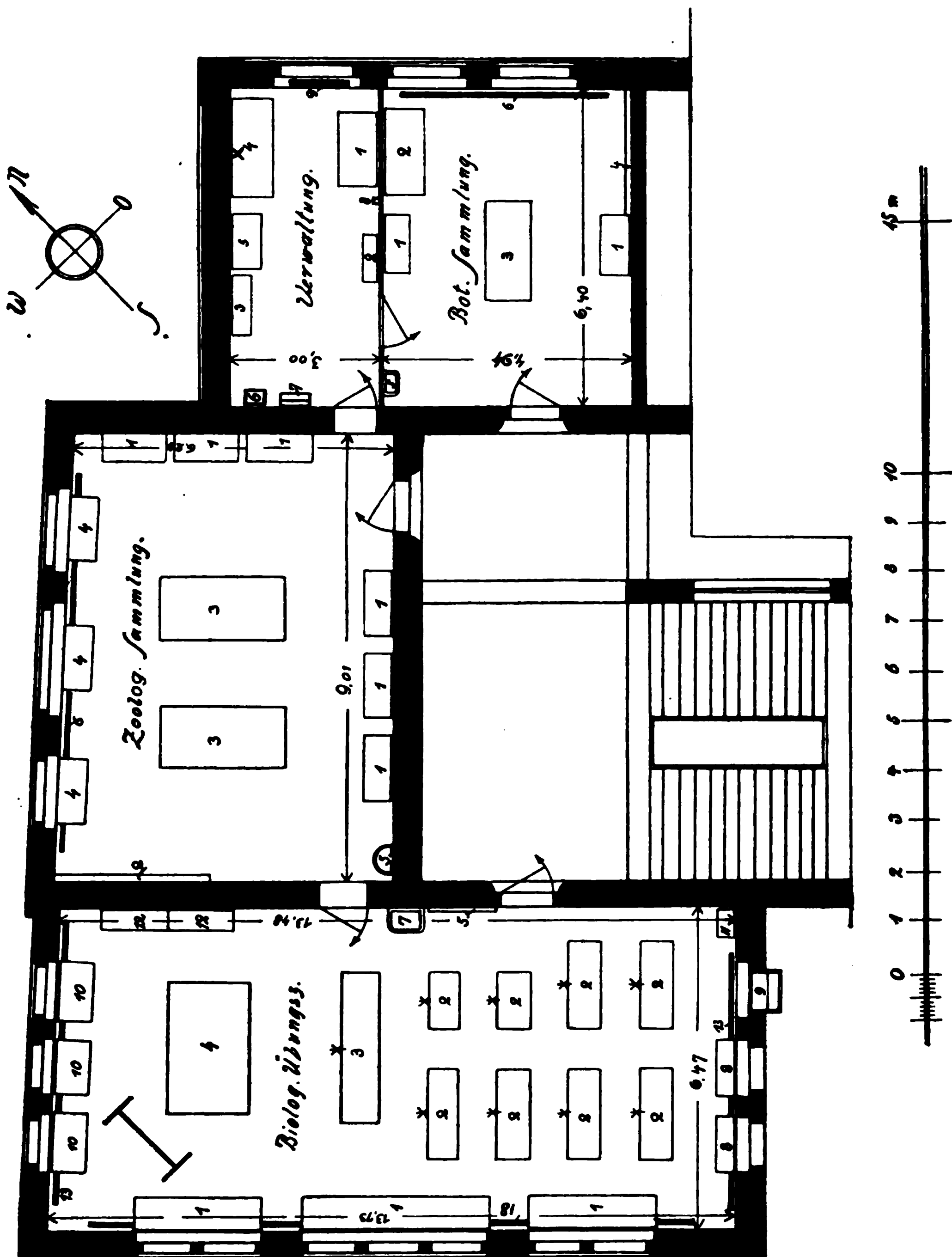


Abb. 290. Oberrealschule zu St. Georg in Hamburg. Biologische Unterrichtsräume.

Biologische Unterrichtsräume. Biolog. Übungszimmer: 1. Mikroskopiertisch. 2. Praktikantentisch. 3. Experimentiertisch. 4. Schranktisch. 5. Wandtafel. 6. Fahrbare Tafel. 7. Wasser. 8. Terrarientisch. 9. Glasanbau. 10. Aquarientisch. 11. Insektenzuchtkasten. 12. Schrank. 13. Heizung. ⨯ Gasanschluß. Zoolog. Sammlung: 1. Sammlungsschrank. 2. Kartengestell. 3. Tisch. 4. Fenstertisch. 5. Wasser. 6. Heizung. Verwaltung: 1. Schreibtisch. 2. Handbibliothek. 3. Schrank. 4. Arbeitstisch. 5. Schrank. 6. Gasofen. 7. Werkzeugbrett. 8. Haustelephon. 9. Heizung. ⨯ Gasanschluß. Botanische Sammlung: 1. Schrank. 2. Pflanzentisch. 3. Tisch. 4. Kartengestell. 5. Wasser. 6. Heizung.



Abb. 291. Seewasseraquarium. Oberrealschule in St. Georg zu Hamburg.

Wie uns der auf S. 454 angegebene Plan zeigt, sind an zwei Fenstern Terrarientische (8) angebracht, in einer Ecke hängt der Insektenzuchtkasten (11), auf drei mit Blei ausgeschlagenen Tischen (10) finden zahlreiche größere und kleinere Aquarien Platz. Sämtliche Aquarien können an den Durchlüftungsapparat angeschlossen werden.

Außer diesen Einrichtungen besitzt dieselbe Schule einen Raum für Seewasseraquarien, wie uns Abb. 291 zeigt. Die Anlage befindet sich im Erdgeschoß und besitzt ausreichende Ventilation, Heizung, Wasserleitung und Gasbeleuchtung.

„Die beiden Tische (2×0,70, Höhe 0,80) des Raumes", so heißt es in dem erwähnten Programm (S. 28), „sind mit Blei ausgeschlagen und vorn mit einer Ausflußrinne versehen. Sie sind an der Längswand des Zimmers aufgestellt und können von vorn betrachtet werden. Zum bequemen Beobachten sind Böcke vorhanden. Die Tiere sind in sechs Glasaquarien (0,46×0,30, Höhe 0,30) untergebracht, die auf Filzplatten stehen. Alle sind mit Flußsand oder Kies, einige mit Felsen versehen. Glasplatten dienen zum Schutz gegen Staub usw. Ständige Durchlüftung liefert eine „K. D. A."-Pumpe der Firma Kindel & Stössel, Berlin. Das erforderliche Seewasser wird in drei Säureballons aufbewahrt, außerdem sind zwei Wandtische für die erforderlichen Filter, Schläuche, Heber, Bürsten usw. vorhanden. Die Wände und Börter sind mit Abbildungen von Seetieren, Pflanzen sowie Dubletten aus der Sammlung versehen." Bezogen wurden die Tiere von der biologischen Station Helgoland, von Seefischern oder vom Hamburger zoologischen Garten.

Ähnliche Einrichtungen besitzen verschiedene andere Hamburger Schulen.

Es ist keine Frage, daß sich heutzutage jede höhere Schule, und mag sie über noch so bescheidene Mittel verfügen, Aquarien, ein Terrarium oder irgendein Vivarium anlegen kann. Auch das Seewasseraquarium ist heute kein Novum mehr, man kann übrigens auch, wie ich das schon mehrmals tat, von Liebhabern bzw. dem örtlichen Aquariumverein Seetiere oder ein ganzes Aquarium auf einige Zeit leihen.

Für den vorübergehenden, mitunter auch für einen längeren Aufenthalt von Säugetieren und Vögeln habe ich mir vom Schlosser einen eisernen Käfig mit folgenden Dimensionen bauen



Abb. 292. Realgymnasium zu Zwickau. Tierkäfig.

lassen: Länge 1 m, Tiefe 45 cm, Höhe 90 cm. Der Käfig zeigt zwei Etagen mit je drei verstellbaren Abteilungen und einem herausnehmbaren Mittelboden. Vor einiger Zeit ließ ich die vertikale obere Abteilung mit einem dichten Drahtnetz versehen, so daß wir auch kleinere Warmblüter beherbergen können. Wir bringen im Käfig Tiere unter, die zum Präparieren bestimmt sind, wie Kaninchen und Tauben, die vorsichtigerweise schon einen Tag vor dem Gebrauch eingeliefert werden. Vielfach handelt es sich aber auch um Tiere, welche zu Beobachtungszwecken gebracht werden, sei es ihre Lebensweise oder ihre geistigen Eigentümlichkeiten zu studieren.

Zur Zeit der photographischen Aufnahme (vgl. Abb. 292) befanden sich im Käfig ein Meerschweinchen, ein Eichelhäher (oben), ein Igel (Eier verzehrend) und eine Taube (unten)

Bemerkenswert ist, daß nach der oben erwähnten Umfrage der Unterrichtskommission damals nur an 14 Schulen Aquarien vorhanden waren.

III. Der Übungsraum.[1])

Als im Jahre 1907 durch eine Verfügung des Kgl. Sächsischen Kultusministeriums am Realgymnasium zu Zwickau der biologische Unterricht behufs Erprobung des biologischen

1) Vgl. hierzu die Artikel von H. Poll, H. Fischer, C. Claussen, B. Schorler und A. Berg dieses Werkes.

Teils der Meraner Pläne versuchsweise eingeführt wurde, da sah es mit den für solche Veranstaltungen nötigen Räumen, Apparaten und Utensilien recht schlecht bei uns aus. Es war soviel wie nichts da. Klar war mir, als ich die Einführung bei meiner nächsten Behörde anstrebte, eines: Der biologische Unterricht darf nicht in ein Mitteilungswissen ausarten, er muß sich nach seiner anatomischen und physiologischen Seite hin weitestgehend auf Übungen stützen.

Der übliche Schluß: Wir haben keinen biologischen Unterricht, weil wir nicht die nötigen Einrichtungen besitzen, und wir schaffen uns die Einrichtungen nicht an, weil wir nicht wissen, ob uns die Einführung des Unterrichts genehmigt wird, galt für mich nicht. Kurz und gut, ich fing an, nachdem ich die Erlaubnis erwirkt hatte.

Die ersten Präparierübungen veranstaltete ich mit meinen Schülern — der Unterricht war von Anfang an obligatorisch und die Übungen wurden gleich in den Unterricht eingegliedert — im chemischen Unterrichtszimmer. Porzellanschüsseln, die wir mit Korkplatten ausrüsteten, waren unsere Präparierteller, außerdem besaßen wir noch etliches an Präparierbesteck. Die Hauptsache aber war ein riesiges Interesse der Schüler für den Gegenstand, das wesentlich dazu beitrug, die Behörde von der Notwendigkeit der erforderlichen Einrichtungen zu überzeugen. Schon nach einem halben Jahre ging man an die nötigen baulichen Veränderungen und an die Beschaffung der wichtigsten Einrichtungen heran, die von Jahr zu Jahr den Zeitbedürfnissen entsprechend ergänzt werden.

Ich erwähne hier den Gang der Dinge, weil die Verhältnisse, unter denen ich anfing, recht charakteristisch sind und geeignet sein können, manchem Kollegen Mut zu machen, und ich möchte noch einmal betonen, die Hauptsache ist und bleibt nicht die vollendete Etablierung, sondern der gute Wille, der auch mit wenigem vieles zu erreichen vermag.

Wie man an der Oberrealschule zu Chemnitz die Raumfrage behufs Schaffung eines biologischen Unterrichtszimmers löste, darüber berichtet mir Herr Oberlehrer Dr. W. Genthe folgendes:

„Zu dem physikalischen und dem chemischen Übungszimmer, die schon früher eingerichtet worden sind, ist seit Ostern 1912 ein eigenes biologisches Übungszimmer getreten, das sich bis jetzt sehr gut bewährt hat. Im Hochparterre unserer Schule waren zwei einfenstrige Sammlungsräume und zwischen ihnen ein naturgeschichtliches Lehrzimmer vorhanden. Durch Herausnahme einer Wand wurde ein Klassenzimmer mit dem einen einfenstrigen Sammlungsraume vereinigt, so daß nun eine Flucht von Räumen entstanden ist, die nur dem Unterrichte in der Pflanzen- und Tierkunde und in der Biologie dienen.

Die Anordnung ist folgende: Zuerst ein einfenstriges Zimmer, nur vom Korridor aus zugänglich, welches die Bildtafeln und einen Teil der Sammlungen aufnimmt und zugleich als Dunkelzimmer für photographische Zwecke eingerichtet ist. An dieses stößt ein dreifenstriges Lehrzimmer für die Naturgeschichte der Unterklassen. An dieses schließt sich das schöne, große, vierfenstrige biologische Übungszimmer, welches mit ihm durch eine wegen der Schalldämpfung doppelte Tür verbunden und außerdem direkt vom Korridor aus zugänglich ist. Endlich ist ein Stück des Korridors abgeschlagen worden durch eine Holzwand mit Glasfüllungen und so ein zweifenstriger Raum 6×4 m entstanden, der durch Türen vom Korridor und vom Übungszimmer aus zugänglich ist. Hier stehen Sammlungsschränke und ein neuer Aquariumstisch.

Das Übungszimmer ist $5{,}70 \times 11$ m. An der Längswand den Fenstern gegenüber befindet sich eine Doppelwandtafel und ein Lattengestell für Bildtafeln. Davor stehen zwei Experimentiertische mit Gasanschluß, 2,50 m lang, 70 cm breit, durch einen Zwischenraum von 50 cm getrennt. Der Tisch vor der Wandtafel, welcher auch mit Wasserhahn und Ausgußbecken versehen ist, wird als Demonstrationstisch beim Unterrichte gebraucht, während der andere als Abstelltisch gedacht ist, besonders für Versuche, die längere Zeit im Gange sein müssen. Beide Tische sind mit Schubläden und Schrankfächern versehen. Ein kleiner Heizkörper und die beiden Türen nach dem Korridor und nach dem neu gewonnenen Sammlungsraume füllen den Rest der Wand.

An den beiden Schmalwänden ist je ein Wandschrank aufgestellt, 3,50 m lang, 2,50 m hoch, oben 35 cm tief mit Glasschiebetüren, unten 60 cm tief mit Holzschiebetüren. Diese Schränke sind für Apparate, Arbeitsmaterial, Vorräte usw. und für die Mikroskope bestimmt. Die eine Schmalwand wird durch einen größeren Heizkörper vervollständigt, die andere enthält die Tür nach dem Naturgeschichtszimmer.

1 blau	1 rot	2 bl.	3 rot	3 bl.
	2 rot		2 schwarz	
	1 schwarz		3 schwarz	
	1 grau		3 grau	
	2 grau		2 gelb	
	1 gelb		3 gelb	

Die zweite Längswand hat die vier **Fenster.** Vor ihnen stehen die vier abgestumpft-keilförmigen Arbeitstische für die Schüler. Jeder dieser Tische ist mit seiner breiten Endseite (1,50 m) 30 cm vom Fenster aufgestellt und spitzt sich mit seinen 2,50 m langen Längsseiten nach dem Zimmer hin zu bis auf 80 cm. An diesen schmalen Endseiten sind die beiden mittleren Tische mit Wasserhahn und Ausgußbecken versehen. Zwischen den Arbeitstischen und den beiden Demonstrationstischen verbleibt immer noch ein Zwischenraum, der über 1,20 m breit ist. An den Längsseiten der Tische sind je drei Arbeitsplätze, so daß also 24 Schüler sitzen können, welche bei der durch die Keilform der Tische bedingten staffelförmigen Anordnung beim Präparieren und Mikroskopieren einander nicht das Licht wegnehmen. Als Sitze dienen vierbeinige Sessel in drei verschiedenen Größen.

Die Arbeitstische sind 75 cm hoch, die 2,50 m langen Längsseiten bieten drei Arbeitsplätze zu je etwa 80 cm auf der Tischplatte. Jeder Platz hat einen 50 cm breiten Tischkasten. Darunter ist der Raum in 50 cm Breite freigelassen für die Beine der Schüler. Zwischen dem ersten und zweiten und zwischen dem zweiten und dritten dieser Hohlräume sind in 50 cm Breite Sätze von je sechs Tischkästen übereinander eingebaut. Somit befinden sich an jeder Tischseite 15 Tischkästen, in den vier Arbeitstischen zusammen 120. Endlich sind noch an jedem Ende der oben beschriebenen Wandschränke Sätze von Tischkästen untergebracht. So ist für sechs Oberklassen zu je 24 Schülern für jeden Schüler ein Tischkasten vorhanden, in dem er seine Zeichnungen, Utensilien, Bestecke und Präparate aufheben und den er mit seinem Privatschloß abschließen kann, das durch zwei eiserne Ösen, eine am Kasten und eine am Rahmen, hindurchgesteckt wird. Zur leichteren Verteilung sind die Tischkästen in sechs verschiedenen Farben je von 1—24 numeriert nach obigem Schema. Die Kästen werden nun einfach nach Farben verteilt: OIa blau, OIb rot, UIa schwarz usw. So haben fünf Klassen ihre Kästen in den Arbeitstischen selber, die sechste muß die Kästen in den Wandschränken benutzen. Die Kästen an den breiten Enden der Tische sind etwas länger als die an den schmalen, auch ist die Vorderwand der Kästen schräg, der Keilform der Tische entsprechend, beides ohne Nachteil. In der Mitte jedes Tisches ist ein doppelter Gashahn angebracht.

Das erste Fenster hat eine Schieferplatte und Doppelgashahn für Kulturen, Heizaquarien usw. Die Beleuchtung des Zimmers besorgen drei große Glühlampen an der Decke. Außerdem aber befinden sich über jedem Arbeitstisch zwei Glühlampen mit Schirmen, die bis zur Spiegelhöhe des Mikroskops herabgezogen werden können.

Das Zimmer ist gedacht als Lehr- und Übungszimmer zugleich, so daß jederzeit sofort vom mündlichen Unterricht zu praktischen Übungen übergegangen werden kann."

Um nun, wie es dem Prinzip des vorliegenden Werkes entspricht, ein Beispiel für eine hervorragende Einrichtung zu geben, gehe ich näher auf die schon erwähnte Oberrealschule zu St. Georg in Hamburg ein. Das biologische Übungszimmer, gleichzeitig Praktikanten- und Unterrichtsraum für die Oberklassen, mit der Hauptfront nach SW[1]) gelegen, erhält von drei Seiten Licht und zwar durch 13 Fenster von den Dimensionen 2,06 × 2,46.

„An der Hauptfensterseite befinden sich drei Tische (1) für mikroskopische Untersuchungen (zwei für drei Plätze und der mittlere für vier Plätze).

Auf jedem der zehn Plätze steht unter einer Schutzglocke ein Leitzsches Mikroskop, Stativ 3, mit Revolver für zwei oder drei Objektive, wodurch Vergrößerungen von 10 bis 400 ermöglicht werden. Außerdem befinden sich auf den Tischen Holzklötze mit je sechs Tropfflaschen, die die wichtigsten Reagenzien enthalten: Alkohol, Jodjodkalium, Essigsäure, Chloralhydrat, Glyzerin, Kalilauge. Jeder Platz ist mit numerierter Schublade versehen, in der sich ein paar schwarz-weißer Kacheln in Holz gefaßt, ein Pappkasten mit dem Besteck, ein Präparierbecken und zwei Tücher befinden. Der Pappkasten enthält: eine Lupe, ein Küchenmesser, ein Skalpell, drei Präpariernadeln, eine Pinzette, eine Schere, einen Pinsel, einen Spatel, einige Objektträger und Deckgläser, Filtrierpapier, Pipetten, Glasstäbe, Schalen; Wassergläser und Rasiermesser werden in besonderen Kästen aufbewahrt und bei jedesmaligem Gebrauch verteilt. . . . Als Sitzgelegenheit dienen vierbeinige, runde Böcke ohne Lehnen, die in drei verschiedenen Höhen vorhanden sind. Gegen direktes Sonnenlicht können die Praktikanten durch Vorhänge geschützt werden.

Senkrecht zur langen Fensterwand stehen acht Tische (2), von denen sechs drei Plätze aufweisen. Die Tische sind mit Gasleitung versehen und besitzen drei, bzw. zwei Schubladen. Wegen der großen Helligkeit des Raumes kann auf allen Plätzen mikroskopiert und präpariert werden." (Vgl. Abb. 290)

1) Vgl. Die Lage der Übungszimmer d. Oberrealsch. i. Eppendorf-Hamb. S. 460 dieses Werkes.

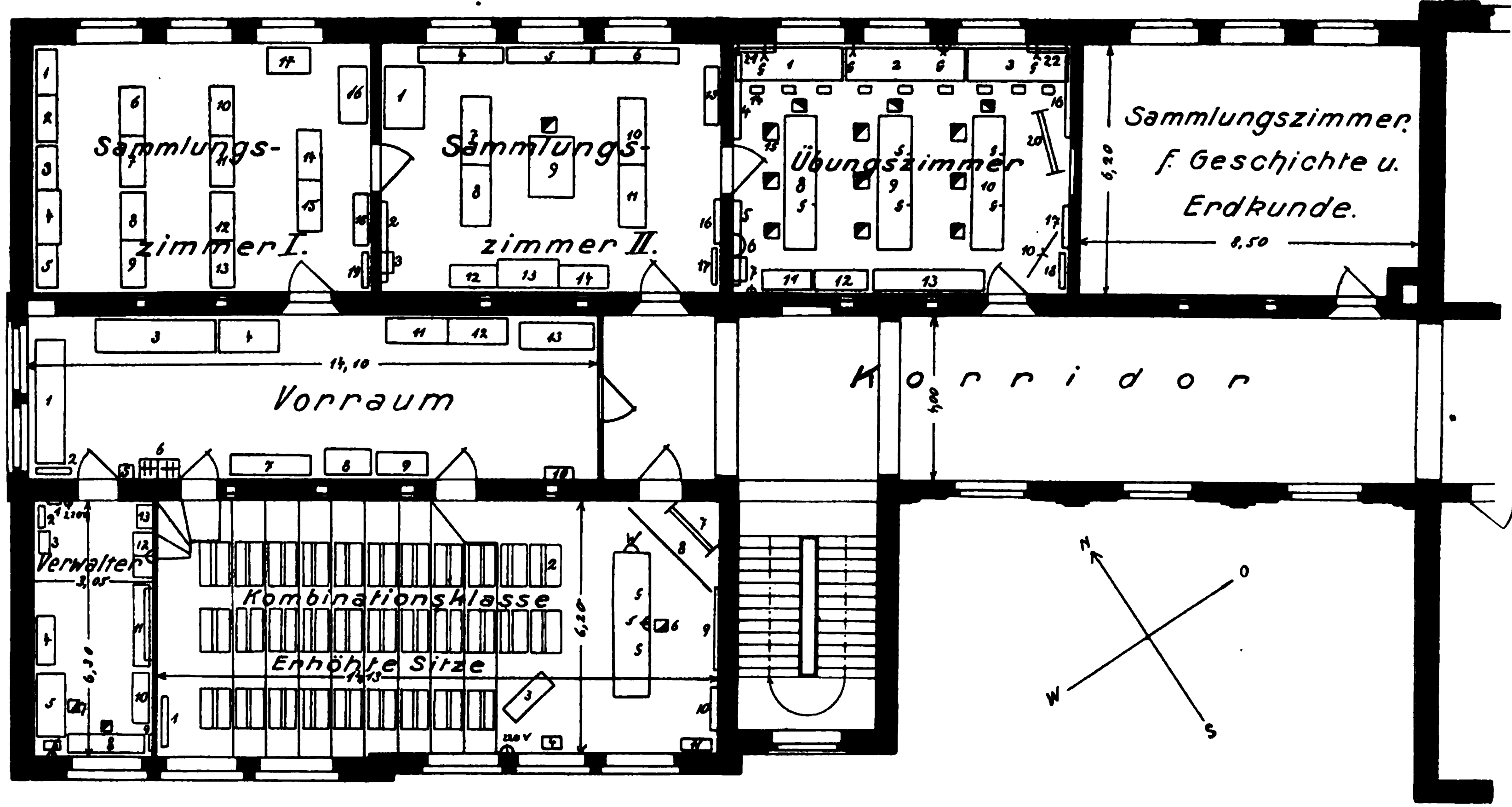

Sammlungs-
zimmer I.
Sammlungs-
zimmer II.
Übungszimmer
Sammlungszimmer
f. Geschichte u.
Erdkunde.
Vorraum
Korridor
Verwalter
Kombinationsklasse
Erhöhte Sitze
14,10
6,20
8,50
4,00
6,30
3,05
N
O
S
W
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Abb. 293.

Es wird leichtbegreiflicherweise nicht jeder Behörde möglich sein, bei in Aussicht zu nehmenden Schulneubauten die biologischen Übungen in so hervorragendem Maße zu bedenken, wie das im Interesse unseres Faches da und dort geschieht, sie wird sich vielfach mit den anderen Naturwissenschaften, hinter denen sie keinesfalls zurückzustehen braucht, bescheiden müssen. Aufgabe der Fachgenossen wird es unter diesen Verhältnissen sein, auf billige Art und unter Beschränkung auf die wesentlichen Dinge möglichst denselben Nutzeffekt für die Schüler anzustreben, eine Forderung, die für alle unsere biologischen Einrichtungen gilt. Jedenfalls ist auch zu bedenken, daß die kostspielige Raumfrage in solchen Fällen der noch wichtigeren, nämlich der für die Schülerübungen in Betracht kommenden Utensilien nachsteht. In dieser Hinsicht haben wir in erster Linie an die Mikroskope zu denken, deren Zahl nach und nach mindestens so zu ergänzen wäre, daß auf zwei der an einer Übung beteiligten Schüler ein Mikroskop trifft und sodann an das für das Präparieren notwendige Instrumentarium (Präparierteller, Besteck und Reagenzien).

Dem mir vorliegenden Programme der neuen Oberrealschule und Realschule in Eppendorf bei Hamburg entnehme ich über die Einrichtung des Übungszimmers nachstehende kritische Ausführungen. Auch hier haben wir es mit ganz hervorragenden, zum Teil recht nachahmenswerten Einrichtungen zu tun. Vgl. hierzu Abb. (Plan) 293.

„Das Übungszimmer, 8,50 × 6,20 m, enthält an der Fensterseite drei Tische von 75 cm Breite, von denen der mittlere 3 m, die beiden seitlichen 2,50 m lang sind. Senkrecht dazu stehen drei weitere Tische, je 2 × 0,75 m, so daß das Zimmer auch für den biologischen Unterricht der Oberklassen benutzt werden kann. Zwölf Stühle und neun Böcke sind vorhanden. Zwei Doppelbörter für Chemikalien und vier Kartenhalter befinden sich an den freien Wänden. Ein Kartenständer und eine Stehtafel stehen vor den Tischen. An der Wand nach dem Sammlungszimmer II zu befindet sich ein Spülbecken und ein Waschbecken mit Handtuchhalter. An der Korridorseite stehen zwei Schränke, welche Mikroskope, Lupen und andere bei den Übungen verwendete Hilfsapparate enthalten. Daneben steht ein Aquarientisch, 2,70 × 0,50 m, mit Zinkbelag. Die übrigen Tische sind mit säurefester Beize schwarz gebeizt und alle mit Gasauslässen versehen. Die Gasleitungen der freistehenden Tische können durch Gummischlauch mit aus dem Boden ragenden Gasauslässen, die leider nicht wie im physikalischen Übungszimmer versenkt angebracht sind, verbunden werden. Wenn die drei freistehenden Tische den Fenstern parallel gestellt werden, kann an allen Plätzen mikroskopiert werden, da wegen des dazwischenliegenden Schulhofes die nächsten Häuser weit genug entfernt sind. Die vielfach empfohlene Einrichtung, auf jedem biologischen Arbeitsplatz einen schwarzen und weißen Untergrund der Tischplatte aufzumalen oder eine schwarz-weiße Kachel einzulassen, ist bei schwarzen Tischplatten überflüssig, denn einen weißen Untergrund bildet jedes Stück Papier.

Der Übungsraum liegt sehr günstig gegen Norden, so daß direktes Sonnenlicht nicht hineinfällt. Lichtdichte Vorhänge und ein elektrischer Anschluß für 110 Volt sind vorhanden, um im Unterricht der Oberklassen auch hier mikroprojizieren zu können. Die Einrichtung des Zimmers bewährt sich, doch wäre es wünschenswert, wenn dasselbe 2—3 m länger wäre. Indessen hätte sich dies nur durch entsprechende Verkleinerung des daneben liegenden Sammlungszimmers erreichen lassen. Es wurde auch aus dem Grunde von dieser Änderung abgesehen, weil die mikroskopische Ausrüstung doch nur für zwölf Schüler reicht und die Größe des Raumes für den Unterricht einer Klasse von 20—25 Schülern gerade genügt. Zu der Einrichtung des Zimmers gehört noch ein Wärmeschrank für Paraffineinbettung mit Thermoregulator und Aufsatzschrank. Dieser soll jedoch im Verwalterzimmer angebracht werden, weil er dort mehr gebraucht wird, sobald der beantragte Gasanschluß ausgeführt sein wird.

Auf der Südseite des Korridors liegt ein kleines Zimmer, 3 × 3,60 m, für den Sammlungsverwalter. Es hat Verdunkelungsvorrichtung (Rolljalousie aus Ledertuch), Dunkelkammerlampe mit Wechselschaltung für rotes, grünes und weißes Licht und doppeltes Spülbecken für photographische Arbeiten. Hier befindet sich ein Schreibtisch, Papierkasten, zwei Stühle und zwei lange schmale Tische, der eine am Fenster für mikroskopische, der andere neben dem Wasserbecken und unter der Dunkelkammerlampe für photographische Arbeiten. Über dem letzteren ist ein Bort für Chemikalien und photographische Gebrauchsgegenstände angebracht. Außer dem Heizkörper ist auch ein kleiner Gasofen vorhanden, da der Raum oft am Nachmittag benutzt wird, wenn die Heizung nicht mehr im Betrieb ist. Zwei Schränke enthalten Bücher, Apparate und Glassachen. Leider ist versäumt worden, zwei Gasauslässe zu beantragen, was jetzt nachgeholt worden ist. Nach ihrer Ausfüh-



Abb. 294. Aus dem biologischen Praktikum des Realgymnasiums zu Zwickau.
Beim Vorpräparieren des Kaninchens, links der Blinddarm herausgelegt.

rung soll, wie erwähnt, der Wärmeschrank hierherkommen. Der zweite Gasauslaß ist unbedingt zum Anschluß eines Bunsenbrenners nötig. Zwei Ansteckdosen für 110 Volt sind vorhanden, die eine zum Anschluß der Dunkelkammerlampe, die andere für die Schreibtischlampe und für eine Zeißsche Mikroskopierlampe (Nernstlampe ohne selbsttätige Vorwärmvorrichtung), die übrigens ein ganz ausgezeichnetes Licht zum Mikroskopieren, besonders auch für Dunkelfeldbeleuchtung, gibt. Ferner ist eine Ansteckdose für 220 Volt vorgesehen für den Anschluß des Projektionsapparates zum Zwecke der Mikrophotographie, doch hat sich gezeigt, daß es nahezu unmöglich ist, mit der großen Projektionslampe (20—30 Ampère) in einem so kleinen Zimmer länger als eine Stunde zu arbeiten, da die sich entwickelnden Gase recht unangenehme Wirkung auf die Atmungsorgane haben. Besser ist es, für die Mikrophotographie die Classensche Bogenlampe für 110 Volt und 4 Ampère in Verbindung mit dem Sammellinsensystem für Mikroprojektion von Zeiß zu benutzen, was sich außerdem erheblich billiger stellt, da bei der großen Lampe sehr viel Strom durch den Widerstand verbraucht wird."

Als eine besonders wertvolle Einrichtung ist in diesen beiden genannten Hamburger Schulen das Vorhandensein eines Verwalterzimmers anzusehen. Ein solches ist nicht nur für die Physiker und Chemiker, sondern auch für uns als Verwalter der Sammlungen und für die mannigfachsten Vorbereitungen und Betätigungen unentbehrlich.

Um noch einen bildlichen Einblick in den Unterricht selbst zu geben, seien hier vier Abbildungen aus dem biologischen Praktikum des Realgymnasiums zu Zwickau vorgeführt. Abb. 294 zeigt das Vorpräparieren eines Kaninchens (Verdauungsapparat, der Glasstab zeigt noch die Abzweigung des Blinddarms) durch den Lehrer, Abb. 295 das Enthäuten eines Frosches, Abb. 296 haben pflanzenphysiologische Übungen zum Gegenstand.

Vielleicht ist auch hier, um Irrtümern vorzubeugen, eine kleine methodische Bemerkung gestattet: Eine die Physiker häufig beschäftigende Frage, ob in gleicher Front oder in Gruppen zu üben sein wird, erledigt sich meiner Ansicht nach durch den zu behandelnden Stoff von



Abb. 295. Aus dem biologischen Praktikum des Realgymnasiums zu Zwickau. Enthäuten des Frosches.

selbst. Daß das Präparieren von kleineren Tieren, wie Regenwurm, Küchenschaben, Flußkrebs, aber auch von Fisch und Frosch von jedem einzelnen ausgeführt werden muß, dürfte selbstverständlich sein. Das gleiche trifft für das Schneiden mit dem Rasiermesser und die Mikroskopie zu. Anders ist die Sache bei Kaninchen und Tauben. Einmal kann der einzelne innerhalb zwei Stunden mit einem so großen Tier nicht viel anfangen, präparieren aber drei z. B. an dem Eingeweidesystem, dann läßt sich ein gutes Präparat erhoffen. Sodann kann man im Interesse der Arbeits- und Gelderspарnis die Aufgaben so verteilen, daß die eine Gruppe von Schülern die Atmungsorgane und das Herz, eine andere die Abscheidungsorgane, eine weitere das Nervensystem präpariert und man dann zum Schluß die Arbeiten der einzelnen Gruppen vor der Gesamtheit demonstrierend bespricht.[1])

Ein Arbeiten in Gruppen finde ich auch angezeigt bei pflanzenphysiologischen Versuchen, so namentlich bei Parallelversuchen nach verschiedenen Methoden (Transpiration).

Zu der Abb. 296 sei noch bemerkt, daß die Gruppen lediglich zwecks photographischer Aufnahme stark zusammengedrängt wurden und die Zahl der Praktikanten im Unterricht eine größere ist.

IV. Die Schulsammlung.[2])

Unter den Einrichtungen für den naturgeschichtlichen Unterricht ist zweifellos die Schulsammlung die älteste. Im allgemeinen ist sie vielfach noch nach den Grundsätzen aufgebaut, die für die Museen älteren Stils maßgebend waren. Das zeigt sich vor allem darin, daß der ganze Reichtum solcher Sammlungen mitunter nur in gestopften und zwar meist schlecht gestopften Exemplaren besteht.

So erweckt die Sammlung den Anschein, als habe man von vornherein auf eine gewisse Vollständigkeit in systematischer Hinsicht hingestrebt, wobei mehr die Quantität als die Qualität ausschlaggebend war, ohne irgendwelche ökologische Momente zu berücksichtigen. Besonders häufig sind die ganzen Schautiere in unnatürlichen Stellungen; Familienbilder, kleinere Gemeinschaften oder charakteristische Dinge ihrer Umwelt sind nicht immer vorhanden. Von den Spirituspräparaten gilt natürlich dasselbe.

Aber wie dort bei den Museen längst andere Anschauungen sich Bahn brachen, so auch da. Nicht nach der Anzahl von Stopftieren oder Spirituspräparaten ist die Sammlung zu beurteilen, sondern lediglich nach ihrer Verwendbarkeit für den Unterricht. Und da der heutige biologische Unterricht vor allem ein sehr vielseitiger ist (morphologischer, anatomischer, physiolo-

1) Vgl. hierzu meine Ausführungen „Die biologischen Schülerübungen in Deutschland" in Heft 1 des 7. Bd. der Monatshefte für den naturwissenschaftl. Unterricht S. 67 ff., bzw. meinen Beitrag im Biologenkalender 1. Jahrgang.

2) Vgl. hierzu die Artikel von H. Poll, H. Fischer, O. Steche, P. Kammerer, B. Schorler, u. V. Wanbolleck dieses Werkes.



Abb. 196. Aus dem biologischen Praktikum des Realgymnasiums zu Zwickau. Versuche über Transpiration. Rechts ein Versuch im Gange.

gischer, systematischer und ökologischer Natur) und das Prinzip der Anschaulichkeit des Unterrichts immer weiter gehende Anwendung findet, so sind damit auch schon die Linien vorgezeichnet, die für die Einrichtung der Schulsammlung maßgebend sind. Die Sammlung muß eine vielseitige sein und den Geist des Unterrichts widerspiegeln. Diesem Prinzip unterliegt sie auch dann, wenn nur geringe Mittel zur Verfügung sind. (Der schwächste Teil unserer heutigen Sammlungen ist wohl der botanische, weshalb ich hier noch ganz besonders auf die Ausführungen von B. Schorler auf S. 199—232 dieses Werkes verweise.)

In diesem Falle bietet sie immer noch mehr als ein Bild im kleinen von der reichbotierten Sammlung. Handelt es sich doch bei einer Sammlung glücklicherweise nicht ausschließlich um Geld, sondern um die Umsicht, das Geschick und den guten Willen des Konservators. Wieviel minderwertiges und obendrein kostspieliges Material wird heutzutage von Lehrmittelhandlungen den Schulen angeboten, und wie sehr weiß man gerade das Wesentliche teils aus Unverständnis, teils um an Herstellungskosten zu sparen, zu umgehen. Um konkret zu sprechen, erinnere ich beispielsweise an Spirituspräparate, welche die Anatomie der inneren Organe zeigen, aber das Nervensystem geflissentlich umgehen, ja nicht einmal die Schädeldecke geöffnet zeigen. Ich erinnere an die bekannte weitverbreitete Serie der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiergehirne, wo man beispielsweise das Großgehirn ganz roh von den Riechlappen und Riechnerven getrennt hat; oder um ein anderes Gebiet zu streifen, an die Zusammenstellung der verschiedenen Arten der Vogelfüße, ein in Schulen weit verbreitetes Präparat, wo einige Hauptformen fehlen. Die Zahl solcher Bedenklichkeiten ließe sich ganz be-

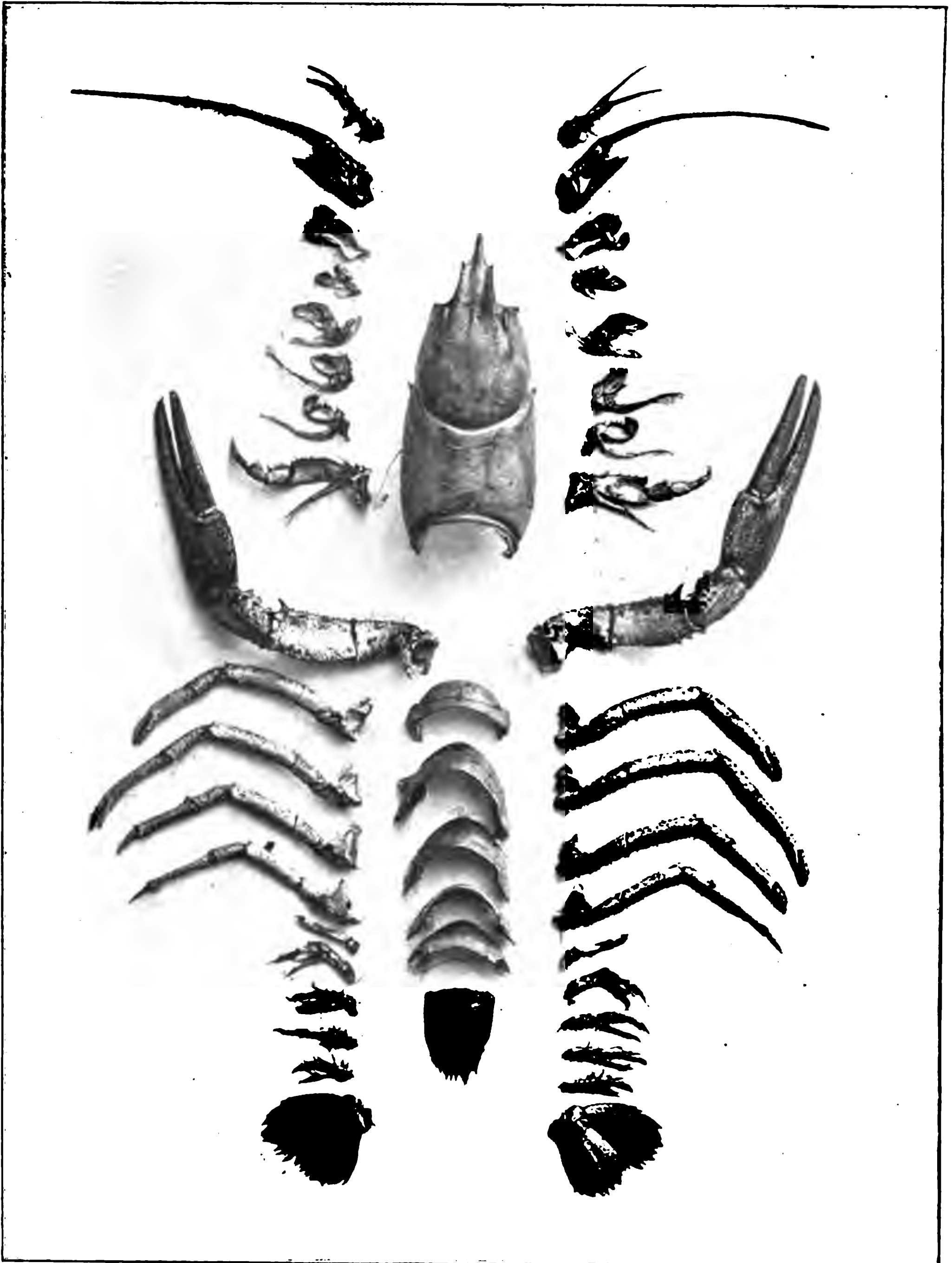


Abb. 297. Die Gliedmaßen des Flußkrebses. Von einem Unterprimaner präpariert und auf Pappe aufgeklebt.

trächtlich vermehren, aber glücklicherweise sind das vielfach Dinge, von denen der Lehrer heutzutage nicht mehr abhängig ist, ein Umstand, auf den ich weiter unten zu sprechen kommen werde.

Es fragt sich zunächst darum, welches gewissermaßen der eiserne Bestand unserer Sammlungen unter Berücksichtigung der einzelnen oben erwähnten Gebiete sein soll. Eine völlig objektive Antwort auf diese Frage wird sich insofern nicht geben lassen, als die Wertschätzung der

genannten Gebiete sowohl als auch deren Verzweigungen nicht nur, wie wir wissen, bei den Fachgelehrten, sondern auch in der pädagogischen Welt eine sehr verschiedene ist. Und wie man in Vorlesungen oder in Museen sehr bald die speziellen Neigungen des betreffenden Lehrers bzw. Direktors herausmerkt, wie im Unterricht an unseren Schulen der Stoff nicht durchweg gleichmäßig behandelt wird, so findet man, daß auch die Schulsammlung das eine Gebiet mehr als das andere pflegt.[1])

So wenig empfehlenswert ich eine einseitige Bevorzugung eines biologischen Gebietes zuungunsten eines anderen halte, so sehr glaube ich, daß im Ausbau der Sammlung, namentlich wenn der Konservator auf irgendeinem Gebiete Spezialist ist, nur Gutes, unter Umständen auch für wissenschaftliche Zwecke Wertvolles getan werden kann.

Ich denke an Sammlungen, welche Ausschnitte aus der Tier- und Pflanzenwelt der Heimat geben, wenn kein Museum am Orte ist, an mikroskopische Präparate, Diapositive u. dgl. Hier, wo im Gegensatz zum Unterricht der Stoff von den Zeitverhältnissen unabhängig ist, wo, wenn den einzelnen Gebieten genügt ist, ein übriges getan werden kann, eröffnet sich für die stille Tätigkeit ein weites Feld.

Daß unsere Schüler mit zu den eifrigsten Sammlern gehören und unsere Sammlung ganz wesentlich bereichern helfen, ist eine bekannte Tatsache. Wer in diese freiwilligen Leistungen System zu bringen weiß, der wird nicht nur seinem Kabinett schöne heimatliche Funde, sondern auch exotische Objekte, die der Schüler aus Verwandten- und Freundeskreisen da und dort erhält, zuführen. Aber die Heranziehung der Schüler zu solchen Zwecken geht noch weiter. Ich habe mir beispielsweise von meinen oberen Schülern, von denen sich eine ganze Anzahl zu freiwilligen Leistungen meldete (Abb. 297), Skelette und Skeletteile, aber auch Präparate aus dem Gebiete der vergleichenden Anatomie anfertigen lassen (Darm, Atmungswerkzeuge, Nervensystem u. dgl. mehr), Arbeiten, die in Lehrmittelhandlungen nicht immer zu haben sind, die nach eigenem Geschmack und unseren unterrichtlichen Bedürfnissen angepaßt ausgeführt wurden.[2]) Daß solche Arbeiten, die unter Umständen an Exaktheit nichts zu wünschen übrig lassen, für die anderen Schüler und deren im Praktikum auszuführende Arbeiten einen mächtigen Ansporn zu sorgfältigem Arbeiten bilden, ist ein nicht zu unterschätzender Nebenerfolg.

1) Unentbehrlich sind wohl je ein Skelett eines Säugetiers, Vogels, einer Schlange, Schildkröte, eines Frosches und Fisches, desgleichen eine übersichtliche Darstellung von Chitin- und anderen Skelettarten und -teilen wirbelloser Tiere. Des weiteren brauchen wir im Interesse unserer vergleichend anatomischen Betrachtungen gute Präparate des Darmes, der Atmungswerkzeuge, des Kreislaufs (Injektionspräparate), der Absonderungsorgane, des Nervensystems usw., eine Zusammenstellung von Gebissen und Zehen (Vogelfüße, Hufe, Krallen), die wichtigsten Parasiten, selbstverständlich eine Auswahl gut gestopfter Tiere, bzw. Tiere und Pflanzen in entsprechenden Flüssigkeiten sowie Trockenpräparate, allerlei ökologisches Material (Lebensgemeinschaften, Symbiosen, Mimikrymetamorphosen usw.), embryologisches Material, grundlegende mikroskopische Präparate tierischer wie pflanzlicher Art, Diapositive, Bakterien, insonderheit wichtige Krankheitserreger.

Große teuere Modelle, wie sie sich mitunter in höheren Schulen (Modelle von Muscheln usw.) finden, wurden mir von Universitätslehrern wiederholt als Luxus bezeichnet. Hingegen wird man über kleine Modelle (hier ist bekanntlich ein gutes Feld für die Selbsttätigkeit der Schüler) und über die für den Unterricht in der Menschenkunde nötigen in keiner Schule hinwegkommen.

Unentbehrlich sind sodann die verschiedenen Tafelwerke für anatomische, morphologische und ökologische Zwecke auf dem Gebiete der Botanik wie der Zoologie. Jedenfalls ist es nicht gut, wenn das Tafelwesen nur eine Richtung pflegt und die andere vernachlässigt. (Vgl. im übrigen die Rubrik Lehrmittelschau in den Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht, die Zeitschrift für Lehrmittelwesen, Wien, Pichlers Wwe. & Sohn, die **Bibliotheca paedagogica** sowie die Kataloge der einschlägigen in diesem Werk erwähnten Firmen.

2) Vgl. hierzu „Die Biologie auf der deutschen Unterrichtsausstellung in Brüssel", Monatshefte für den naturw. Unterricht, 3. Bd., S. 425. Dortselbst sind auch (S. 427) die von den Schülern des Zwickauer Realgymnasiums angefertigten Präparate, die jetzt Eigentum der Schule sind, verzeichnet.

Ich darf wohl bemerken, daß ich mit meinen wiederholt gegen die Lehrmittelhandlungen erhobenen Einwänden diese Institute keineswegs mißkreditieren wollte. Wir haben speziell in Deutschland so hervorragende Firmen mit ausgesucht guten Leistungen, daß wir uns darüber nur freuen können. Es muß uns aber selbst bei ersten Firmen gelingen, daß sie auf unsere Bedürfnisse noch mehr Rücksicht nehmen, als das vorläufig der Fall ist, daß sie sich uns anpassen, und wir nicht ohne weiteres ihre Anschauungen, da doch wir die pädagogischen Fachmänner sind, als maßgebend ansehen sollten. Fasse ich mein Urteil über den Gegenstand Schule und Lehrmittelhandlungen zusammen, so muß ich sagen: Je weniger eine Schule bemittelt ist, um so mehr ist sie in der Ausstattung ihrer Sammlung, soweit es sich nicht um Bildwerke, unentbehrliche und nicht selbst herstellbare Modelle handelt, auf sich selbst angewiesen, sie wird dadurch unfreiwillig möglichst unabhängig von den Lehrmittelanstalten.

Eine gutdotierte Anstalt wird von ihren Mitteln entsprechenden Gebrauch machen und sich vor allem solche Präparate und Hilfsmittel verschaffen, die nur auf dem Handelswege zu erlangen sind. Auch sie wird und darf auf die Selbsttätigkeit des Lehrers und der Schüler nicht verzichten.

Eine Auswahl von Lehrmitteln verschiedener Firmen zu empfehlen, würde dem Zweck dieser Zeilen nicht entsprechen. Heutzutage kann man sich sowohl durch Kataloge, Ausstellungen als auch durch die in naturwissenschaftlich-pädagogischen Zeitschriften eingestellte Rubrik „Lehrmittelschau" über Lehrmittel aller Art leicht informieren.

Daß man sich auch durch geschickte Präparatoren an anatomischen und anderen Instituten wundervolle Präparate nach eigenem Geschmack verschaffen bzw. anfertigen lassen kann, möchte ich nicht unerwähnt lassen. Ich kenne eine ganze Anzahl solcher Präparate und muß gestehen, daß ich solche mit zu dem Besten zähle, was an Lehrmittelpräparaten existiert. Sodann glaube ich noch auf Präparate hinweisen zu müssen, die man sich beim Schlachthoftierarzt (Parasiten) verschaffen kann, und endlich auf Präparate aus der Anatomie und Pathologie des Menschen, die man sich heutzutage ebenfalls da und dort erwerben kann. (Wir besitzen hier z. B. ein normales Herz und ein Trinkerherz, eine normale Niere und eine Trinkerniere, ein menschliches Gehirn, eine normale und eine tuberkulose Lunge.)

Nicht unerwähnt sei gelassen, daß wir in neuerrichteten Schulen vortreffliche Einrichtungsgegenstände für Biologie, als da sind Glasschränke mit Schiebetüren, gutgearbeitete Holzschränke für Insektensammlungen, Aufhängevorrichtungen für Wandtafeln, Gestelle zum Aufbewahren gerollter oder liegender Tafeln u. dgl. mehr besitzen. Verschiedene Firmen, darunter E. Leybolds Nachf., Köln a. Rh., F. Hugershoff, Leipzig, M. Kohl, Chemnitz, Warmbrunn, Quilitz & Co., Berlin NW 40 haben jetzt biologische Einrichtungen und Geräte in ihre Kataloge aufgenommen.

Es ist eine betrübende Erscheinung, daß nach der Umfrage der Unterrichtskommission an 35 preußischen Realanstalten überhaupt kein Raum für Sammlungszwecke vorhanden war und an 11 Anstalten die Bodenfläche des Sammlungszimmers nur 20 qm betrug.

Mit Recht betont die Unterrichtskommission: „Ein besonderer und ausreichender Raum für die biologischen Sammlungen, der bisher am vierten Teil selbst der Realanstalten noch fehlt, gehört zu den selbstverständlichen Voraussetzungen des biologischen Unterrichts aller höheren Lehranstalten."[1])

V. Über anderweitige nutzbringende Einrichtungen für den naturgeschichtlichen Unterricht.[2])

Eine durchaus nicht mehr neue, jedoch gut bewährte Einrichtung für den naturgeschichtlichen Unterricht ist der Schaukasten. Er erfüllt den Zweck, den Schülern solche Objekte,

1) Gutzmer, Über die Tätigkeit usw. S. 261.

2) Vgl. hierzu die Artikel von E. Wagler, H. Fischer, S. 340ff., B. Wandolleck, S. 382ff. und P. Claußen dieses Werkes.



Abb. 298. Einiges von der Planktoneinrichtung des Realgymnasiums zu Zwickau.

die im Unterricht aus Zeitmangel nicht zur Genüge gezeigt werden können oder die ein aktuelles Interesse haben, bzw. auch solche, welche von einem Schüler gebracht werden und von der ganzen Schule gesehen zu werden verdienen, auf einige Tage oder länger zugänglich zu machen. Es ist selbstverständlich, daß man den Schaukasten oder noch besser die Schaukästen außerhalb der naturwissenschaftlichen Unterrichtsräume anbringt, beispielsweise auf den Korridoren oder im Vestibül.

Nach der Umfrage der Unterrichtskommission existierten bereits an 21 Schulen Schaukästen.

Eine andere sehr beachtenswerte Einrichtung ist der von O. Mathuse in den Monatsheften für den naturwissenschaftlichen Unterricht (Bd. 5, S. 175) beschriebene Pflanzenkulturschrank. Er dient zur Aufnahme von Topfpflanzen, namentlich solchen, die gegen Zimmerluft empfindlich sind, zur Pflege verschiedener Kryptogamenkulturen u. dgl.

Im Interesse des gesamten biologischen, namentlich aber auch des hygienischen Unterrichts ist es auf das freudigste zu begrüßen, daß die niederen Pilze und namentlich auch die Bakterien zum Gegenstande von Schülerübungen gemacht werden. Eine schöne bakteriologische Einrichtung besitzt das biologische Laboratorium des Helmholtz-Realgymnasiums in Schöneberg. Dort wird übrigens auch viel mit Lindnerschen Rollzylindern gearbeitet.[1])

1) Vgl. im übrigen die Bewertung der Rollzylinderkulturen durch Claußen S. 120 dieses Werkes.



Abb. 299 zeigt Schüler des Zwickauer Realgymnasiums beim Planktonfischen.

Das mindeste, was eine Schule für solche Zwecke sich anschaffen bzw. von einem guten Klempner sich machen lassen soll, ist ein Trockensterilisator. Einige Petrischalen dürfen nicht fehlen, erstrebenswert ist sodann ein Thermostat. Wer über große Mittel verfügt, wird sich auch noch einen Koch- oder Dampftopf zulegen.

Über die im Dienste unserer Planktonuntersuchung stehenden Apparate und Utensilien orientiert Abbildung 298. Ich habe dieselben nach und nach aus dem Etat angeschafft. Fast alle hier abgebildeten Hilfsmittel können auch von Handwerkern bzw. von Schülern angefertigt werden. Abb. 299 zeigt uns Schüler beim Planktonfischen im Winter.

Als sehr zweckmäßig hat sich sodann ein Eisschränkchen namentlich für den pflanzenphysiologischen Teil unserer Übungen erwiesen.

Sehr wichtig ist endlich die Anschaffung eines Apparates für mikrophotographische Aufnahmen, wie sie heutzutage von verschiedenen optischen Firmen vielfach schon zu recht billigen Preisen geliefert werden. Die Schüler arbeiten sich verhältnismäßig rasch mit den Apparaten ein.

Bei dieser Gelegenheit darf ich wohl auch bemerken, daß es für den Lehrer der Naturgeschichte außerordentlich wichtig ist, sich einen Stamm von Photographen unter den älteren Schülern heranzuziehen, eventuell eine kleine Dunkelkammer in der Schule einzurichten. In Abb. 300 und 301 gebe ich zwei Proben von Schülerphotographien, deren Zahl ich namentlich auf dem Gebiete der Aufnahme von frei lebenden Tieren und Vegetationsbildern beträchtlich vermehren könnte und bei deren Auswahl hier nicht die Qualität, sondern die praktische Verwendbarkeit ausschlaggebend war.

Als ein schätzenswertes Hilfsmittel für tierphysiologische Versuche betrachte ich den von mir seit mehr als Jahresfrist im biologischen Praktikum erprobten Stoffwechselkäfig[1]), der meines Wissens an höheren Schulen vorläufig nicht in Gebrauch ist.

Die Einrichtung eines solchen Käfigs, den ich mir von der Firma Lautenschläger in Berlin zum Preise von 45 ℳ anfertigen ließ, ist eine sehr einfache. Er hat ohne Füße die Maße: 50:45:40 cm, besitzt einen nach der Mitte zu konisch geneigten Boden, der in ein Abflußrohr für den Harn übergeht, und einen auf diesem ruhenden, siebartig durchlöcherten und vollständig herausnehmbaren Schubkasten.

Ich benutze den Käfig bei der Besprechung des Stoffwechsels und bringe in demselben beispielsweise eine Katze, deren Gewicht von den Schülern sorgfältigst bestimmt wird, auf die Dauer von mindestens 24 Stunden unter. Selbstverständlich wird die aus rohem, magerem Fleisch und Wasser bestehende Nahrung, wovon das Tier in ausreichender Menge bekommt, von den Schülern gewogen bzw. gemessen. Ähnlich verläuft der Versuch mit einem ausgesprochenen Pflanzenfresser, dem Kaninchen.

Unsere Aufgabe ist es, nach Ablauf der gesteckten Frist, das Tier, die von ihm abgeschiedene Harnmenge, den Kot sowie die zurückgelassenen Nahrungsreste zu wiegen und die sich ergebenden Berechnungen anzustellen.

Auf diese Weise gewinnen die Schüler einigermaßen einen Einblick in den Stickstoffumsatz, wobei sie selbstverständlich auf die verschiedenen Fehlerquellen hingewiesen werden. Durch solche Versuche angeregt, verfolgen sie mit großem Interesse die sich unmittelbar anschließende Frage nach der Bedeutung der Kohlenstoffausscheidung durch die Lungen, Fragen, die sich im Schulunterricht nicht experimentell, sondern nur rechnerisch und selbst da wieder nur schematisch ausführen lassen.

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß sich die Tiere bei den erwähnten Versuchen bester Behandlung erfreuen.

VI. Zum Etat.

Die Etatverhältnisse an den preußischen höheren Lehranstalten, soweit diese die Biologie betreffen, haben nach der bekannten Statistik zum Teil recht betrübende Ergebnisse zutage gebracht.

„Einen festen Etat besaßen 72 Anstalten, an 34 war derselbe veränderlich, 18 teilten sich mit Physik oder Chemie oder einem anderen Fach in eine bestimmte Summe, 28 hatten Extrabewilligungen erhalten und an 16 waren überhaupt keinerlei Mittel angesetzt, auch fehlte es in diesem Falle an Extrabewilligungen.“[2])

Die Höhe des Etats ist großen Schwankungen unterworfen. Unter den Schulen mit festem Etat waren 2, die nur bis zu 50 ℳ hatten, 24 bezogen 200 bis 400 ℳ, eine hatte



Abb. 300. Geotropischer Versuch mit einer Feuerbohne. Der Topf ruht verkehrt auf einem Eisengestell mit Ring, die Blätter zeigen deutlich die Einflüsse der veränderten Lage. Schüleraufnahme.

1) Vgl. hierzu Monatshefte f. d. naturw. Unterricht, Bd. V, S. 507 u. Bd. VI, S. 350.

2) Gutzmer, S. 254—255.



Abb. 301. Der erste Wurm. Die beiden Hühnchen wurden bei uns im Brutofen ausgebrütet. Blitzlichtaufnahme durch Schüler. (Vgl. hierzu Bd. V, S. 535 der Monatshefte für den naturw. Unterricht.)

812 M. Der veränderliche Etat blieb erheblich hinter dem festen zurück und sank bis unter 50 M. Die Extrabewilligungen sind nicht nur viel geringer, sondern auch viel seltener als auf chemischem Gebiete.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß es um die Etatangelegenheit vielfach außerordentlich schlecht steht. Das allermindeste, was man verlangen muß, ist ein fortlaufender Etat von 200 M. Dabei ist aber vorausgesetzt, daß durch eine entsprechende einmalige Bewilligung der Grundstock der Sammlung bereits gelegt ist und von Zeit zu Zeit durch eine Extrabewilligung den Zeitbedürfnissen Rechnung getragen wird.

Um solche Dinge durchzudrücken, muß der betreffende Naturwissenschaftler nicht ermüden, er ist das den hohen kulturellen Aufgaben seines Faches schuldig.

Die Unterrichtskommission empfiehlt, die Etatbeträge für die einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen zu trennen. „Die Verfügung über diese Beträge soll dem Verwalter der betreffenden Sammlung im Einvernehmen mit den übrigen Lehrern des Faches zustehen. Der Verwalter hat darüber jährlich Rechenschaft abzulegen: doch sollte ihm ein kleiner Dispositionsfond angewiesen sein, um geringwertige Verbrauchsgegenstände ohne umständliche Rechnungsablegung zu beschaffen."

Daß sodann dem Lehrer für die Mühewaltung der Sammlung eine angemessene Entschädigung zuzubilligen ist, in Form einer Remuneration oder Verminderung der Pflichtstundenzahl, ist eine oft erhobene und auch von der Unterrichtskommission ausgesprochene Forderung (Gutzmer, S. 254 u. 261).

VII. Schlußbetrachtung.

Überblickt man die Tätigkeit des Lehrers für Naturwissenschaften, so stellt sich diese als eine ungemein mannigfaltige heraus. Bei seinem infolge der vielen Sprechstunden angestrengten Lehrberuf hat er umfassende Vorbereitungen für den Unterricht zu treffen, einmal rein pädagogische, dann solche das Anschauungsmaterial betreffende, endlich wissenschaftliche. In keinem Fache drängen sich die Entdeckungen mehr als in den Naturwissenschaften, niemand kommt schneller aus dem wissenschaftlichen Betrieb heraus als der Naturwissenschaftler, falls er sich nicht weiter fortbildet, und niemand wird von den Schülern tagtäglich häufiger nach wissenschaftlichen Fortschritten gefragt als er. Zu diesen Tätigkeiten kommen aber noch andere. Als Leiter von Exkursionen und als Verwalter der

Sammlungen hat er ein so weites Feld der Betätigung wie kein anderer. Anerkannt wird seine Arbeit vielfach noch nicht. Weil man den modernen Unterrichtsbetrieb aus Erfahrung nicht kennt, glaubt man sogar noch in vielen Kreisen, der Naturwissenschaftler befinde sich anderen Lehrern gegenüber im Vorteil, insofern er keine Korrekturen habe.

Daß der Naturwissenschaftler viel zeitraubende Beschäftigungen hat, ist eine Tatsache. Wird seine vielseitige Tätigkeit unterschätzt, wird ihm, wie es da und dort noch so Sitte, außerdem noch andere Arbeit (Korrekturen) aufgebürdet, so kann er seinen eigentlichen Berufspflichten nicht nachkommen.

Verhehlen wir uns aber auch anderseits nicht, daß wir wie nicht leicht ein anderer Lehrer infolge der großen Vielseitigkeit unserer Fächer, durch die Größe und Erhabenheit, die wir im Umgang mit der Natur erfahren, mannigfaltig Herz und Geist unserer Jugend berühren, und durch die Beschäftigung mit der Natur und der begeisterten Jugend stets von neuem frische, belebende Elemente in unseren Geist einziehen.

Bezugsquellen von Lehrmitteln für die Sammlung.

Böttcher, A., Naturalien- und Lehrmittelanstalt, Berlin C, Brüderstr. 15. — Buchhold, L., München, naturw. Institut (u. a. makroskopische Uhrglaspräparate). — Höpfel, Gebr., Berlin NW 5, Rathenowerstr. 63, u. a. auch prähistorische Werkzeuge. — Kafka, Biologisches Institut, Wien 3 A. — Künne, H., Hamburg, Viktoriastr. 18. — Müller, A., Charlottenburg, Leibnizstr. 85, paläontologische Sammlung. — Natura docet, Naunhof bei Leipzig. — Pichlers Wwe. u. Sohn, Wien 5. — Pippow, Anstalt für naturhistorische Lehrmittel, Hermsdorf i. M. — Rietzschel, G. A., Leipzig, anatomische Präparate von Menschen und Tieren. — Sanders Präparatorium, naturhistorisches Institut in Köln a. Rh., Mechtildisstr. — Schlüter, W., Halle. — Staudinger, O. und Banghaas, Blasewitz-Dresden, Insektenkataloge.

Speziell mikroskopische Präparate liefern: Schröter, Th., Leipzig-Co. — Sigmund, Fr., Teschen, Physiologische Histologie des Menschen- und Säugetierkörpers. — Weydanz, A., Charlottenburg.

Über Bezugsquellen von Mikroskopen, Projektionsapparaten, Apparaten und Geräten usw. vgl. die am Schlusse der einschlägigen Aufsätze zusammengestellte Literatur.

Die Einrichtung geologischer, paläontologischer und mineralogischer Schulsammlungen.

Von Dr. phil. Alfred Berg, Oberlehrer in Berlin.

Mächtig bewegt und überraschend lebhaft sind die Vorgänge, die heutzutage den naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern bestrebt sind. Leider wird ein Zweig der Naturwissenschaften aber von dieser Bewegung nur wenig berührt und fast gar nicht befruchtet. Das ist die Geologie, die bis heute nur in ganz wenig deutschen Staaten um ihrer selbst willen gelehrt und die meistens nur in Verknüpfung mit der Geographie (und Heimatkunde), mit der Mineralogie (bzw. Chemie) oder gar mit der Biologie (Botanik und Zoologie) behandelt wird.

An dieser Stelle können wir von der Bedeutung der Geologie als selbständiges Unterrichtsfach in der Schule nicht weiter reden. Nur darauf hinweisen wollen wir, daß die Methodik und Didaktik des geologischen Schulunterrichtes naturgemäß wenig gepflegt worden ist im Verhältnis zu allen anderen Gebieten des naturwissenschaftlichen Unterrichts und daß — wegen der Verknüpfung der Geologie mit anderen Unterrichtsfächern — die einschlägige Literatur weit verstreut ist.

Eine einheitliche Behandlung unseres Themas wird deshalb am sichersten gewährleistet, wenn wir einfach so tun, als ob die Geologie ein selbständiges Unterrichtsfach ist. Es wird dem Geographen, dem Chemiker und dem Biologen ein leichtes sein, sich in der folgenden Darstellung zurechtzufinden und allemal das zu treffen, was er gerade für seine Zwecke braucht.

Die Paläontologie ist so weit herangezogen, wie sie in den verschiedensten Unterrichtsfächern berücksichtigt werden kann. Von der Mineralogie ist nur das Wichtigste herangezogen. Dagegen ist die für die Geologie ungleich bedeutungsvollere Petrographie eingehend behandelt.

Was die Literatur unseres Gebietes angeht, so sind zusammenfassende methodische Darstellungen ebensowenig vorhanden wie solche für den geologischen Unterricht überhaupt. Was in den methodischen Werken über den naturwissenschaftlichen und geographischen Unterricht für uns Einschlägiges gesagt wird, ist zumeist recht dürftig. Sonst liegen nur einige Aufsätze in pädagogischen Zeitschriften vor, die dieses oder jenes Kapitel behandeln. Die wichtigste Spezialliteratur ist am Schluß jedes Abschnittes genannt.

Schmid, B., Der naturwissenschaftliche Unterricht und die wissenschaftliche Ausbildung der Lehramtskandidaten. Leipzig, Teubner 1907. 6 M. (Enthält eingehende Ausführungen über den Unterricht in Geologie und Mineralogie.)

Volk, K. G., Geologisches Wanderbuch. I. Teil. (Bastian Schmids „Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek", 6. Band.) Leipzig, Teubner 1911. 4 M. (Bietet reichen Stoff für viele der behandelten Fragen.)

Berg, A., Einführung in die Beschäftigung mit der Geologie. Ein Wegweiser für Freunde der geologischen Wissenschaft und der Heimatskunde. Jena, Fischer. 1909. 1,80 M. (Einleitung in die Methode des geologischen Selbststudiums. Mit besonderer Berücksichtigung der Beobachtungs- und Anschauungsmittel.)

Die Ausrüstung für geologische Exkursionen.

Das erste, auf das man bei der Einrichtung des geologischen Schulapparates sein Augenmerk zu richten hat, ist die Ausrüstung für die geologischen Feldbeobachtungen und für das Sammeln. Viele der Ausrüstungsgegenstände kann man ohne große Mühe selbst anfertigen, und es muß jedem Lehrer im einzelnen überlassen bleiben, wie weit er zu dieser Selbstherstellung die Schüler heranzieht. Jedenfalls soll die in der Schule vorhandene Feldaus-

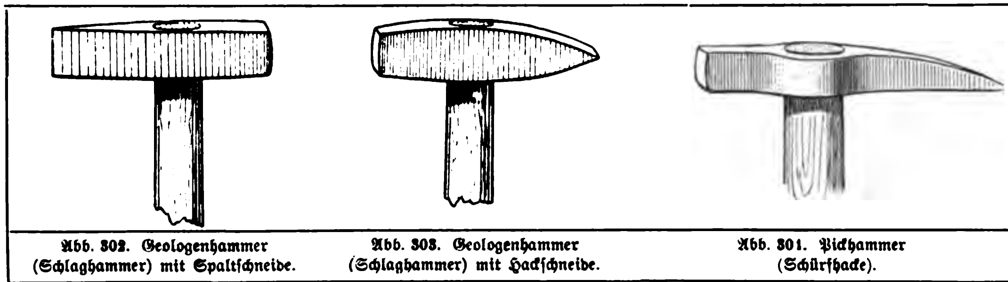


Abb. 302. Geologenhammer (Schlaghammer) mit Spaltschneide. Abb. 303. Geologenhammer (Schlaghammer) mit Hackschneide. Abb. 304. Pickhammer (Schürfhacke).

rüstung in gutem Zustand und mustergültig sein, so daß die Schüler dadurch angeregt werden, sich für ihren eigenen Handgebrauch Instrumente, wie Kompaß und Klinometer, zu bauen. Sie haben dann an den Beobachtungen im Feld eine um so größere Freude, und damit tritt der geologische Unterricht zugleich in den Dienst jener Bestrebungen, für die der Begriff der „Arbeitsschule" das Schlagwort bildet. Für die Schule wie für den Schüler gelte als vornehmste Regel, mit den geringsten Unkosten das Höchste zu leisten. Manches freilich muß käuflich erworben werden, und da kaufe man nur gute und nicht zu billige Sachen. Kommt doch so manches auch anderen Lehrfächern zugute. Um die Auswahl möglichst zu erleichtern, sind deshalb überall die Preise genannt. Doch sei darauf hingewiesen, daß man vieles durch Handwerker am Ort einfacher und billiger herstellen lassen kann, als es die großen Lehrmittelhandlungen liefern.

Wir betonen ausdrücklich, daß diese allgemeinen Bemerkungen sich nicht nur auf die Ausrüstungsgegenstände auf Exkursionen, sondern auch auf alle Anschauungsmittel usw. beziehen. Die Bezugsquellen sind stets am gehörigen Ort kurz angegeben; ihre genauen Adressen finden sich am Schluß unseres Kapitels.

Wir verzeichnen nun die einzelnen Ausrüstungsgegenstände:

1. Der Hammer (Schlaghammer) sei aus allerbestem Stahl; deshalb kann er nur von einer Spezialhandlung bezogen werden. Die Länge des Stahls betrage 11 bis 12 cm, die Breite 23 bis 25 mm, und die Höhe, die immer etwas größer als die Breite sein muß, 25 bis 28 mm. Die Schneide läuft entweder mit dem Stiel parallel („Spaltschneide", Abb. 302), oder sie steht senkrecht zum Stiel („Hackschneide", Abb. 303). Zum Herstellen frischer Aufschlüsse („Schürfen") und zum Zurechtschlagen der Gesteinsstücke („Formatisieren") verdient vielleicht ein Hammer mit Hackschneide den Vorzug, während ein solcher mit Spaltschneide allemal einen sichereren Schlag gewährleistet. Der Stiel sei 40 bis 50 cm lang. Für schnelle Messungen wähle man stets eine durch 5 teilbare Länge, und man markiere jedesmal 5 cm auf dem Stiel mit schwarzer Ausziehtusche. Preis: 3 bis 4 *M*. Bezugsquellen: Droop („Schwerhammer" 4 *M*), Krantz (Größe IV: 4 *M*), Linnemann (Größe 2 und 3 je 2,75 *M*), Schaum, Grebel, Böttcher, Maucher, Teplitzer H., Alst.



Abb. 305. Ledergürtel mit Hammertasche.

2. Ein Pickhammer (Abb. 304) aus bestem Gußstahl dient zum Herstellen größerer Aufschlüsse. Stahllänge etwa 16 cm, Stiellänge 55—60 cm. Bezugsquelle: Fueß (3,50 *M*; größere — 22 cm — zu 4,50 *M*).

3. Einen Ledergürtel mit Hammertasche fertigt jeder Sattler nach nebenstehender Zeichnung (Abb. 305) für etwa 2 *M*. An dem Gürtel kann außerdem noch eine Tasche für Steinbohrer (Nr. 8), Meißel (Nr. 9) und

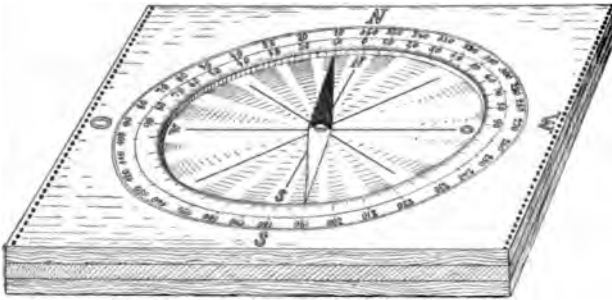


Abb. 306. Selbstverfertigter Bergmannskompaß.

Dorn (Nr. 10) angebracht **werden**. Auch dient er zum Tragen des **Fern**glases. Bezugsquellen: **Krantz**, **Droop**, Böttcher.

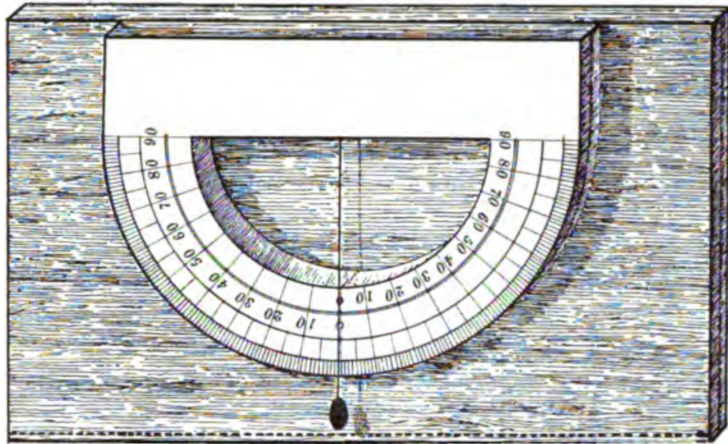
4. Der **Bergmannskompaß** (Abb. 306 und 307) sollte für **Unter**richtszwecke und zum **Handgebrauch** der Schüler selbst hergestellt **werden**. Wir kaufen beim Mechaniker **einen** guten Taschenkompaß mit recht **gro**ßer Nadel, einen von 7 cm oder mehr Durchmesser, doch nicht kleiner. Dieser wird in **ein** quadratisches Brett von etwa 12 cm Seitenlänge eingepaßt, das aus 12 bis 15 mm starkem, hartem Holz besteht. Doch genügen auch drei aufeinander geleimte oder genagelte Zigarrenkistendeckel. Der kreisrunde, mit der Laubsäge hergestellte Ausschnitt muß genau der Größe des Kompaßgehäuses entsprechen. Das Brett wird dann mit weißem Papier beklebt und mit der in Abb. 306 angegebenen Gradeinteilung versehen. Diese Gradeinteilung muß recht sauber auf gutes starkes Zeichenpapier gezeichnet sein. Die innere Gradteilung (Abb. 306) dient geologischen Zwecken, zum Messen des Streichens von Gesteinsschichten. Auf sie beziehen sich die „widersinnigen" Himmelsrichtungen O und W. Die äußere Gradeinteilung dient astronomischen und geodätischen Zwecken, besonders zur Azimutbestimmung. — Wer noch billiger arbeiten will, kaufe sich bloß eine Magnetnadel von 7 oder mehr cm Länge und stelle auch das Kompaßgehäuse selbst her. Das geschieht in der Weise, daß man den untersten der drei Zigarrenkistendeckel ohne Ausschnitt unter die beiden ausgesägten nagelt und oben eine Glasscheibe einpaßt, die durch das etwas darüberragende Zeichenpapier festgehalten wird. — Für seine eigenen Studien ist es dem Lehrer unbenommen, sich einen gleich mit Klinometer versehenen Bergmannskompaß (Abb. 307) für 30 bis 50 *M* zu kaufen. Diese Instrumente arbeiten zwar auch nicht genauer, sind aber handlicher als das oben beschriebene Instrument. Bezugsquelle für Gehäusekompasse und Magnetnadeln: Hildebrand; für vollständige Geognosierkompasse: Fueß, Böttcher, Grebel, Hildebrand, Krantz.

5. Das **Klinometer** (**Neigungsmesser**, Abb. 308), mit dem man das Fallen der Schichten mißt, wird ebenfalls selbst hergestellt. Ein Transporteur aus Karton, wie er in jeder Buchhandlung für 5 bis 10 *Pf* zu haben ist, wird auf gleiches Holz geklebt, wie wir es schon beim Kompaß verwendeten. Dann sägen wir den Transporteur aus, wie es Abb. 308 darstellt. Dabei ist zu beachten, daß die Gradeinteilung des Transporteurs mit scharfem Federmesser in zwei Quadranten zerschnitten ist, die vor dem Aufkleben miteinander vertauscht sind. Die für uns überflüssigen Gradzahlen von 100° bis 180° werden durch Rasur oder durch Übermalen mit weißer Farbe getilgt. Das ausgesägte Stück wird dann auf hartem Holz oder auf drei Zigarrenkistendeckeln befestigt, die etwa 20×13 cm groß sind und deren Seiten rechte Winkel bilden. Im Zentrum der Gradeinteilung wird eine feine Schnur (**schwarzer** Zwirn- oder Seidenfaden) befestigt, deren freies Ende mit einem Gewicht beschwert ist.



Abb. 307. Bergkompaß mit Klinometer der Firma R. Fueß.

6. Als **Salzsäureflasche** (Abb. 309) verwenden wir eine Tropfflasche, wie wir sie in jeder Drogerie oder Apotheke für 30 bis 40 *Pf* erwerben können. Wir wählen eine Flasche von 15


Abb. 308. Selbstverfertigtes Klinometer (Neigungsmesser).

bis 20 ccm Inhalt, die etwa 10 cm hoch ist. Ihr Inhalt ist verdünnte Salzsäure (1 Teil rohe, konzentrierte Salzsäure auf 3 Teile destilliertes Wasser). Als Schutzhülle fertigt uns der Drechsler nach Maßgabe der Abb. 309 eine Holzbüchse mit abschraubbarem Deckel. Die lichte Höhe der Büchse sei etwa 5 mm größer als die Glasflasche, damit wir auf den Boden und in den Deckel etwas Watte einlegen können. Noch billiger und auch sehr zweckmäßig ist eine Papphülse, in der die Glühstrümpfe für Gasflammen verpackt sind. Solche Hülle kann beliebig oft kostenlos erneuert werden. Schließlich kann man auch ein Salmiakgeistfläschchen mit Griffstopfen nehmen, wie es — auch in polierter Ahornbüchse — in den größeren Glaswarengeschäften zu haben ist (Preis 0,30 bis 0,50 ℳ). Salzsäureflaschen in Holzbüchse für 0,50 ℳ liefert Böttcher; solche in Hartgummibüchse liefern Linnemann (4,50 ℳ), Muencke (5 ℳ) und Miersch (8 ℳ).

7. Lupen verschiedener Art liefern Leitz, Zeiß, Krantz. Für uns kommen Lupen mit etwa 3- bis 5facher Vergrößerung, möglichst großem Gesichtsfeld und kurzer Brennweite in Betracht.

8. Ein Steinbohrer (Abb. 310 u. 311) dient dazu, aus einem größeren Gesteinsblock oder aus einer Felswand kleinere Stücke (Mineralien, Versteinerungen) herauszuschlagen. Solch Steinbohrer, der auch im Haushalt eine Rolle spielt zum Eintreiben von Löchern in die Wände, ist in jeder Eisenwarenhandlung für 0,50 ℳ zu haben.


Abb. 309. Salzsäureflasche in Holzbüchse.

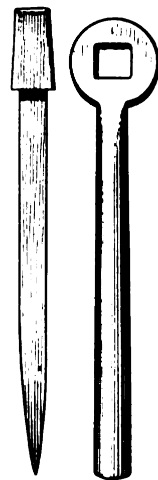
9. Ein Meißel (Flachmeißel, Abb. 312) aus gutem Stahl sei etwa 16 cm lang, 18 mm breit und 10 mm stark. Bezugsquellen: Schaum u. a.; auch jede Eisenhandlung (0,50 bis 0,60 ℳ).

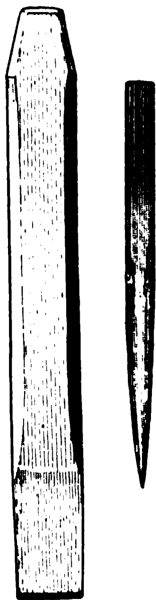
10. Ein Dorn (Spitzmeißel, Abb. 313) ist neben dem Flachmeißel oft gut zu gebrauchen. Er sei ebenfalls aus gutem Stahl, etwa 12 cm lang und oben etwa 10 × 10 mm stark. Bezugsquelle: Eisenhandlungen (0,30 bis 0,50 ℳ). — Auch der Vierkant des Steinbohrers (Abb. 310) ist als Dorn zu verwenden.

11. Ein Metermaß, 1,50 bis 2,00 m lang, ist in jedem Weißwarengeschäft für 0,10 bis 0,20 ℳ zu haben.

12. Ein Tragnetz, in Form einer Geldbörse aus feinem Hanfgarn geknüpft, bequem über der Schulter zu tragen, ist z. B. von Böttcher und Krantz (2,50 ℳ) zu beziehen.

13. Ein photographischer Apparat ist für alle geologischen Feldstudien unerläßlich. An dieser Stelle genüge der Hinweis, daß sich für unsere Zwecke die Bildgröße 10 × 15 cm am besten eignet. Man wähle eine nicht zu billige Kamera mit gutem Objektiv und mache möglichst alle Aufnahmen nicht aus der Hand, sondern mit dem Stativ. An Stelle von Platten Films zu neh-


Abb. 310 u. 311. Steinbohrer.


Abb. 312 u. 313. Meißel (Flachmeißel) und Dorn (Spitzmeißel).

men, empfiehlt sich nicht. Ebenso mache man lieber Zeit- als Momentaufnahmen. Für geologische Aufnahmen kommen gewöhnlich farbenempfindliche Platten und Gelbscheibe in Betracht.

Aus der reichen photographischen Literatur empfehlen wir als praktische Handweiser:

Block, Grundlagen der Photographie. Leipzig, Thomas 1913. 0,60 *M*.

David, Ratgeber für Anfänger im Photographieren. 59. Aufl. Halle, Knapp 1911. 1,50 *M*.

Wentzel u. Paech, Photographisches Reisehandbuch. Ein Ratgeber für die photographische Ausrüstung und Arbeit auf Reisen. Berlin, Union 1909. 3 *M*.

Loescher, Leitfaden der Landschaftsphotographie. 3. Aufl. Berlin, Union 1908. 4 *M*.

Zimmermann, Die Naturphotographie. Stuttgart, Strecker u. Schröder. 1,20 *M*.

G. E. F. Schulz, Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. (Bastian Schmids „Naturwissenschaftliche Schülerbibliothek", Band 9.) Leipzig, Teubner 1911. 3 *M*.

Wolf-Czapek, Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik. Berlin, Union 1911. Geb. 20 *M*.

Bezugsquellen für photographische Apparate: Goerz, Zeiß, Voigtländer, Ica, Ernemann, Bosch, Liesegang, Lechner, Reichert, Krügener, Steegemann.

Bezugsquellen für photographische Platten: die photographischen Spezialgeschäfte. Bekannte Fabrikate: A.-G. für Anilinfabrikation, Perutz, Schleußner, Westendorp-Wehner.

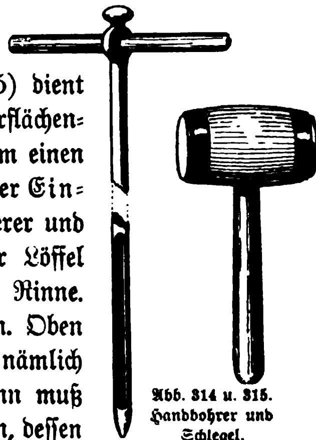
14. Ehlers Meßblatt ist ein einfacher, billiger Apparat zum Messen von Neigungs(Böschungs-)winkeln, Höhen, Tiefen und Entfernungen im Gelände. Zur Ermittelung der Höhe von unbesteigbaren Wänden oder der Höhenlage eines beliebigen Punktes an solchen Wänden (etwa der Grenze zweier Schichten) und zu vielen anderen Feststellungen leistet das Meßblatt treffliche Dienste. Bezugsquelle: der Verlag J. M. Reichardt (siehe „Bezugsquellen") oder eine Buchhandlung; Preis 0,50 *M*.

15. Der Taschenzirkel ist ein kleiner, ungefähr 8 cm langer Zirkel mit abschraubbarer oder absteckbarer metallener Hülse. Im Handel ist er auch mit Öse zum Anhängen an die Uhrkette zu haben. Er dient zum Abstecken von Längen, Entfernungen usw. auf Karten.

16. Ein Vollkreistransporteur aus Zelluloid von etwa 11—13 cm Durchmesser mit doppelten Gradteilungen — in größeren Handlungen für Zeichenmaterialien erhältlich — dient zum Winkelmessen, Richtungsbestimmen usw. auf der Karte.

17 u. 18. Ein kleiner Spaten und eine Spitzhacke werden für die genauere Untersuchung von Aufschlüssen oft nicht zu entbehren sein. Bezugsquelle: Eisenhandlungen.

19. Ein Sieb dient zur Untersuchung lockerer Gesteine hinsichtlich ihrer mineralogischen Zusammensetzung und ihres Fossiliengehaltes. Bezugsquelle: Kurzwarenhandlungen.


Abb. 314 u. 315. Handbohrer und Schlegel.

20. Ein Handbohrer mit Schlegel (Abb. 314 und 315) dient dazu, um die Verwitterungsdecke fester Gesteine und die Oberflächenschichten lockerer Gesteine auf 1, 2 oder 3 m zu durchsinken, um einen Einblick in die unterlagernden Gesteinsschichten zu erhalten. Der Einmeterbohrer ist eine 16 mm starke Eisenstange, deren unterer und oberer Teil (Löffel und Kopf) aus Gußstahl bestehen. Der Löffel (Abb. 314) enthält über der Spitze eine 33 cm lange, tiefe Rinne. Durch den Kopf läßt sich ein Drehholz aus Weißbuche stecken. Oben läuft der Kopf in einen kleinen Amboß aus. Häufig läßt sich nämlich der Bohrer nicht mit den bloßen Händen niederbringen. Dann muß man sich des Schlegels aus Weißbuchenholz (Abb. 315) bedienen, dessen

Klotz 17 cm lang und 10 cm stark und mit zwei eisernen Reifen bezogen ist. Der Stiel hat eine Länge von 25 cm.

Außer dem Einmeterbohrer gebrauchen wir mit Vorteil noch den Zwei- und Dreimeterbohrer, die beide 15 mm stark sind. Gewöhnlich werden wir ohne den Dreimeterbohrer auskommen.

Ein geschickter Schlosser kann solche Handbohrer für wenige Mark herstellen. Die erprobten, sehr zu empfehlenden Bohrer der Berliner Geologischen Landesanstalt liefert Linnemann zu dem nicht niedrigen Preis von 12, 13 und 14 *M* mit Drehholz; der dazu gehörige Schlegel kostet 2,50 *M*. Weitere Bezugsquellen: Toellner, Schwartzkopff, Muencke.

Ausrüstungsgegenstände allgemeiner Art und besondere Winke finden sich auf Seite 509ff. angegeben, wo von der Ausführung der Exkursionen die Rede ist.

Keilhack, Lehrbuch der praktischen Geologie. Arbeits- und Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Geologie, Mineralogie und Paläontologie. 3. Aufl. Stuttgart, Enke 1914. Geb. 21,40 *M*.

Fraas. Siehe S. 491.

Brendler. Siehe S. 491.

Die Ausstattung der geologischen Arbeitsstube.

Mit den Feldbeobachtungen — der Haupttätigkeit des Geologen — und mit dem Sammeln ist natürlich die geologische Arbeit längst noch nicht abgeschlossen. Vielmehr muß auch im Hause noch tüchtig geschafft werden. Deshalb müssen wir uns eine geologische Arbeitsstube, eine richtige Werkstatt einrichten, die wir mit den verschiedensten Werkzeugen und Materialien auszustatten haben. Unter diesen werden die Hilfsmittel für die Einrichtung der Sammlung (s. S. 478ff.) die Hauptsache bilden.

Was zunächst die Werkzeuge angeht, so soll hier von dem allgemeinen Handwerkzeug (Handsäge, Hobel, Laubsäge, Schraubzwingen, Nagelbohrer, drei- und vierkantige Feilen, amerikanisches Werkzeugheft, Handfeger, Staub- und Wischtücher, Putzleder) nicht geredet werden. Diese Sachen braucht man ja für die anderen Lehrfächer auch. Im besonderen wird man manche Gegenstände der Feldausrüstung (s. S. 472—477) auch bei den Arbeiten im Hause nicht entbehren können. Außerdem sind noch folgende Werkzeuge nötig:

1. Kleine Putzhämmer mit 5—8 cm langem Stahl; Preis 1—1,50 *M*.

2. Kleine Präpariermeißel (8—10 cm lang), Präparierborne verschiedener Dicke und Präpariernadeln, je nach Größe 0,15—0,35 *M*. Als Präpariernadeln kann man auch Nähnadeln verwenden, die man in einem Holzheft befestigt oder in einen Halter einschraubt.

3. Beißzange und Drahtzange.

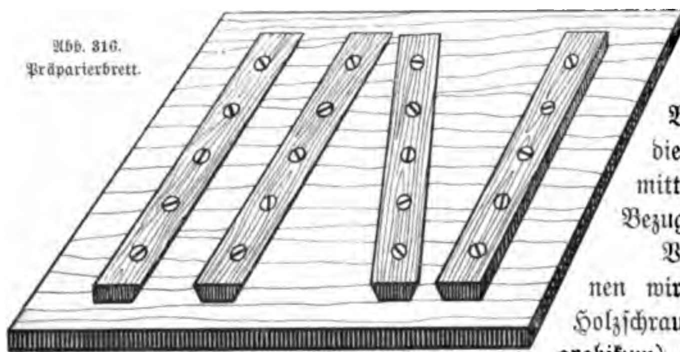
4. Waschbürsten, Staubbürsten und Staubpinsel.

5. Präparierbrett (Abb. 316) aus hartem Holz (Eiche), 40 × 60 cm groß, 3—4 cm stark, mit mehreren aufgeschraubten Leisten, die im spitzen Winkel zusammenstoßen, zum Einklemmen der zu bearbeitenden Handstücke. Das Brett kann zum Gebrauch mit ein oder zwei Schraubzwingen am Tisch befestigt werden. Nach der folgenden Abbildung selbst anfertigen oder vom Tischler anfertigen lassen!

6. Pinzetten.

7. Schublehre aus Stahl, zum Messen der Größe und Dicke von Handstücken, Präparaten, Kristallen usw. Man wähle eine mit Nonius versehene Schublehre.

8. Schraubstock mit kleinem Amboß, dient auch als Quetschmaschine (Steinbrecher), d. h. zum Formatisieren und Zerkleinern von Handstücken.


Abb. 316. Präparierbrett.

Die genannten Werkzeuge kann man am Schulort kaufen bzw. billig herstellen lassen. Besser dotierte Schulen können die Gegenstände von den Lehrmittelhandlungen für Geologie (s. Bezugsquellenanhang) beziehen.

Von nötigen Materialien nennen wir Holz (Bretter), Drahtstifte, Holzschrauben, Korke, Klebstoff (Gummiarabikum), Kupferdraht, Eisendraht. Einen guten Kitt zum Zusammensetzen zerbrochener Gesteine und Fossilien erhält man, indem man schwach dickflüssigen Gummiarabikum auf ungereinigte, fein zerstoßene Schlämmkreide bringt und in einer flachen Porzellanschale zu einem Brei verknetet. Der Kitt muß zugedeckt aufbewahrt und öfters frisch bereitet werden (vgl S. 480).

Die übrigen Geräte sind — um Wiederholungen zu vermeiden — an den gehörigen Orten genannt. So finden sich die Utensilien für die Einrichtung der Sammlung auf Seite 480ff., die Apparate usw. für mineralogische und petrographische Untersuchungen auf Seite 514f.; anderes wieder ist bei der Behandlung der geologischen Experimente (s. Seite 515ff.) erwähnt.

Keilhack. Siehe S. 477.
Fraas. Siehe S. 491.
Brendler. Siehe S. 491.
Volk. Siehe S. 472.

Die Einrichtung der Gesteins-, Versteinerungs- und Mineraliensammlung.

Das Herz der geologischen Schulsammlung sind die Handstücke von Gesteinen, Versteinerungen und Mineralien. Das Präparieren und Konservieren der Handstücke, das Einrichten, Ordnen und Ausbauen der Sammlung wird nächst den Beobachtungen im Feld daher im Vordergrund des Interesses stehen und wird beredtes, sichtbares Zeugnis ablegen von dem Erfolg jener Beobachtungen, die freilich auch noch ganz andre und unstreitig höhere Ziele haben.

Über die Technik des Sammelns und den Erwerb der Handstücke soll erst später (S. 511) geredet werden. An dieser Stelle genüge der Hinweis, daß das Format der Handstücke einheitlich gewählt werden möge. Als feststehende Größe wähle man etwa 12 cm der Länge, 9 cm der Breite, 2 bis 4 cm der Dicke. Zu kleine Handstücke wähle man nie, und an der einmal gewählten Größe halte man durchaus fest! Das Format 12 × 9 cm ist für Schulzwecke vielleicht geeigneter als das kleine von 9 × 7 cm, das für Privatsammlungen gewöhnlich gewählt wird. Doch können Schulen mit bescheidenen Mitteln getrost dieses kleine Format wählen!

Jedes Gesteinshandstück muß regelrecht zugeschlagen sein. Es muß ganz frische Bruchflächen haben und darf keine Verwitterungsrinde zeigen. Nur wenn es sich um charakteristische, lehrreiche Verwitterungserscheinungen handelt, läßt man gern eine der großen Seiten des Handstücks unbehauen, so z. B. bei schaliger Verwitterung, bei Verwitterungszonen. Eigenartige Formen, wie Karrenbildung, Gerölle, Geschiebe, Windkanter, Winderosionen, Harnische, wird man überhaupt nicht mit dem Hammer bearbeiten. Zeigt ein Gestein Schichtung oder

Schieferung, so muß man darauf achten, daß diese Erscheinungen deutlich im Handstück hervortreten. Am besten wirken solche Stücke, wenn die Schichtung parallel zur längsten Seite des Handstücks auf der Oberseite sichtbar ist. Daß jedes Handstück mit Wasser und der Waschbürste zu reinigen und dann abzutrocknen ist, ist selbstverständlich.

Ein eigentliches Präparieren wird bei Gesteinen gewöhnlich nicht nötig sein. Die Gesteine, die an der Luft leicht verwittern oder zerfließen, sind gewöhnlich zugleich Mineralien und werden deshalb weiter unten behandelt.

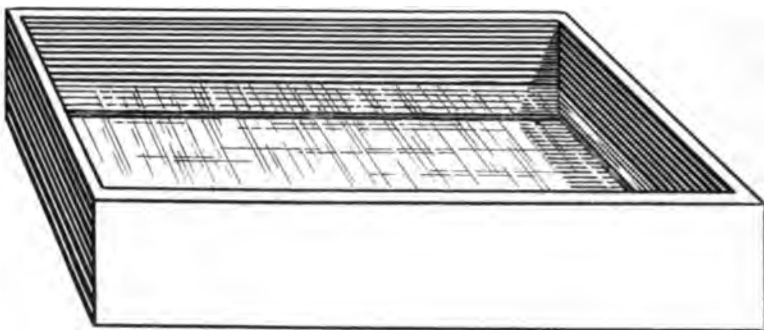
Bei den Versteinerungen richtet sich das Format der Handstücke nach dem Fossil selbst. Kann man ein Fossil nicht vollständig frei aus dem Gestein herauspräparieren, so bemühe man sich wenigstens, dasselbe möglichst freizulegen. Zu diesem Zweck keilt man das Gestein auf dem Präparierbrett fest und bearbeitet es mit Präparierdorn und Präpariermeißel, indem man ganz leichte Hammerschläge ausführt. Häufig läßt ein zu derber Schlag Stücke von dem Fossil abfliegen oder das ganze Fossil zerspringen. Liegt diese Gefahr nahe, so arbeitet man lieber mit dem Präparierdorn ohne Hammer oder gar mit der Präpariernadel. Deshalb wird es sich auch häufig empfehlen, das Präparieren nicht auf dem Präparierbrett, sondern in der freien Hand vorzunehmen.

Ist nur eine Seite des Fossils erhalten und aus der Gesteinsoberfläche herausgewittert, so legt man nur so viel davon frei, wie gerade angeht. Da bleibt also das Fossil im Gestein sitzen, und die Größe des Handstücks braucht nicht viel größer als das Fossil zu sein. Doch sollte in diesen Fällen wenigstens so viel Gestein mit frischen Bruchflächen um das Fossil herum stehen bleiben, daß man die Gesteinsart selbst noch erkennen kann. Liegen auf einer Gesteinsplatte mehrere Versteinerungen verschiedener Art, so wird man ebenfalls die Fossilien nur halbwegs freilegen, um die charakteristische „Lebensgemeinschaft" nicht zu zerstören.

Zum mechanischen Präparieren gehört außer Geschick und Übung auch noch eine Einsicht in den inneren Bau des Fossils, ohne die häufig wesentliche Teile eines Organismus vernichtet werden. So muß man die beim Schlagen sich bildenden Gesteinssplitter des öfteren wegfegen, damit sich unter dem Abfall nicht abgesprungene Fossilteile verlieren.

Aus lockerem Gestein lassen sich die Fossilien leicht herausheben, durch Spritzen, Waschen, Schneiden usw. Liegen die Fossilien in Kalk, in Kieselsubstanz oder in Schwefelkies, so kann man sie mittels (verdünnter) Salzsäure herauslösen. Kalkschalen, die im Tongestein liegen, löst man heraus, indem man das Tongestein wiederholt mit unreiner Kalilauge bestreut. Zerbrechliche und bröcklige Fossilien müssen verfestigt werden. Das geschieht bei Knochenresten durch Eintauchen in Leimwasser, bei Pflanzenreste bergenden Tonen durch Überstreichen mit einer Lösung von Schellack in Spiritus. Wasserglas kann man nur zum Härten von solchen weichen Gesteinen benutzen, die keine kohligen Reste enthalten. Von Hohlformen (negativen Abdrücken) gewinnt man ein Positiv durch Eindrücken von Plastilin (Modellierwachs) oder von einer schmiegsamen Masse aus Gelatine und Glyzerin. Um Knochenreste usw., die halb im Gestein eingebettet bleiben, besser hervortreten zu lassen, überzieht man sie ebenfalls mit der erwähnten Schellacklösung. Enthält ein Block zahlreiche Fossilien und will man ihn nicht ganz lassen (vgl. oben), so zerteilt man ihn durch Hammerschläge oder noch besser durch die Gefriermethode, indem man ihn mit Wasser begießt und eine oder mehrere Nächte hintereinander im Freien frieren läßt. Beim Präparieren zerbrochene Fossilien werden mit Kitt (s. S. 478 und 480) wieder zusammengekittet. Beschädigte Fossilien kann man ergänzen, indem man fehlende Teile durch Gips ersetzt und die Gipsstellen dann in der Farbe des Fossils anstreicht.

Bei den Mineralien ist es wie bei den Versteinerungen nicht möglich, ein Normalformat innezuhalten. Die einzelnen Stücke sollen die charakteristischen Eigenschaften des be-


Abb. 317. Sammlungskästchen gewöhnlicher Form. [A].

treffenden **Minerals** möglichst deutlich **vor** Augen führen, **und** bei kristallisierten **Mi**neralien müssen **un**verletzte, gut **ausge**bildete Kristalle **vor**handen sein. Das **die** Unterlage **bildende** Muttergestein ist **mei**stens für ein **Mine**ralvorkommen besonders wichtig, und es darf deshalb nicht vollständig entfernt werden. **Bei** allen Versuchen, überflüssige Teile des Muttergesteins vom Handstück abzutrennen, gehe **man** sehr vorsichtig zu Werke. Wirklich gut gelingt das nur mit einer Steinschneidemaschine, einer Vorrichtung, die wegen ihres hohen Preises für eine Schulsammlung nicht in Betracht kommt. Jedenfalls aber suche man das Handstück so zu gestalten, daß die Mineralien nicht an einer Schmalseite, sondern auf der Oberfläche des Minerals aufgewachsen sichtbar sind. Sind die dem Gestein aufsitzenden Mineralien recht klein, so klebt man auf das Handstück einen kleinen, aus buntem Glanzpapier geschnittenen Pfeil (➤), dessen Spitze nach dem Mineral hinweist.

Zu beachten ist ferner, daß von den Mineralien nicht nur kristallisierte Handstücke, sondern auch solche in derber Ausbildungsweise vorhanden sind.

Zerbrochene Mineralien werden mit Fischleim (Syndetikon) oder geschmolzenem Schelllack gekittet. Durchsichtige Kristalle kittet man mit Kanadabalsam. Sehr haltbar ist ein Kitt von feinstem Feldspatpulver, das man mit einigen Tropfen flüssigen Wasserglases jedesmal frisch anrührt (vgl. S. 478).

Manche Mineralien müssen vor Feuchtigkeit besonders geschützt werden. Das Steinsalz und die Edelsalze ziehen an der Luft Wasser an und zerfließen sehr schnell; sie müssen deshalb in luftdicht verschlossenen Sturzgläsern aufbewahrt werden. Markasit, der in der norddeutschen Tertiärformation so häufig vorkommt, und Pyrit verwittern leicht zu Eisenvitriol und Schwefelsäure und lassen sich deshalb nur unter Petroleum halten. Gegen Feuchtigkeit empfindliche Stücke zu lackieren, mit Wasserglas zu überziehen, ist schon aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil durch den Überzug oft das Aussehen des Minerals vollständig verändert wird. Auch nützt das Lackieren nichts auf die Dauer. Lichtempfindliche Mineralien (Realgar, Schwefelkristalle, Amethyst, Rosenquarz, Topas, Manganspat usw.) werden meist durch das Aufbewahren in Schränken genügend geschützt. Will man ein übriges tun, so kann man solche Stücke in geschlossenen Papp- oder Holzkästen verwahren.

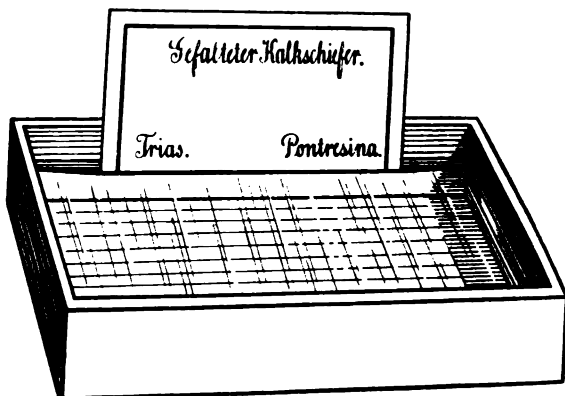


Abb. 318. Sammlungskästchen mit Etikettband. [B]. (Nach Droop.)

Nach dem Reinigen, Präparieren und Konservieren der Handstücke beginnt das Einrichten der Sammlung.

Jedes Handstück wird in einen seiner Größe entsprechenden offenen Pappkasten gelegt. Diese Sammlungskästchen

sind in den einschlägigen Handlungen (Dreispring, Droop, Krantz, Böttcher u. a.) billig zu haben. Man lasse sich die Preislisten kommen. Unter keinen Umständen klebe man die Kästen selbst oder lasse sie von Schülern kleben! Auch verwende man nicht alle möglichen Kästen, wie sie einem der Zufall gerade bietet!

Von den im Handel befindlichen Formen nennen wir als gangbarste die folgenden:

A. Sammlungskästchen gewöhnlicher Form (Abb. 317).

B. Sammlungskästchen mit Etikettband (Abb. 318). Sie bezwecken eine vorteilhafte Anbringung der Etiketten.

C. Reformkästchen von Droop (Abb. 319). Die Vorderseite ist abgeschrägt und besitzt an ihrem unteren Rand einen taschenartigen Streifen, in den die Etiketten hineingeschoben werden. Dadurch wird eine hohe Übersichtlichkeit der Sammlung erreicht, einerlei wieviel Kästchen hintereinander stehen.

D. Reformkästchen mit erhöhendem Einsatz von Droop (Abb. 320). Durch die Erhöhung können freiliegende Gegenstände gut besichtigt werden.

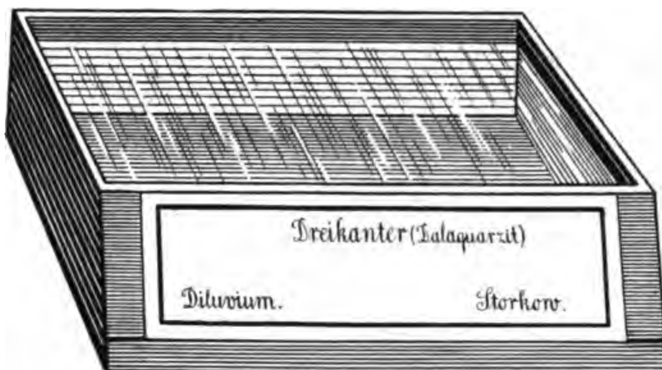
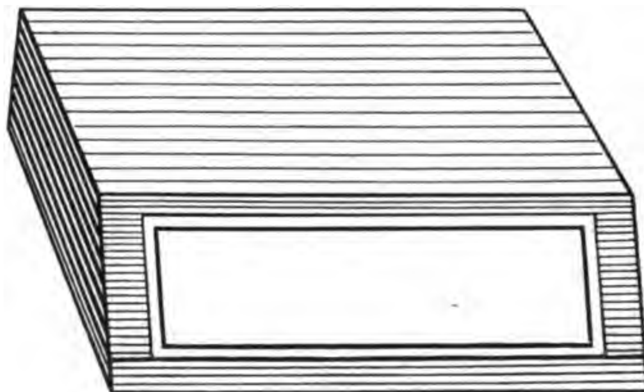


Abb. 319. Reformkästchen. [C.] (Nach Droop.)



Abb. 320. Reformkästchen mit erhöhendem Einsatz. [D.] (Nach Droop.)


Abb. 321. Reformblock. [E.] (Nach Droop.)

E. Reformblock von Droop (Abb. 321). Aus Holz, mit mattschwarz lackiertem, abwaschbarem Dauerpapier überzogen. Derselbe Vorzug wie bei D.

F. Kästchen mit Dünnschliffbehältern (Abb. 322). Solche Dünnschliffbehälter können bei den Sorten A und C angebracht werden.

Was die Verwendung dieser verschiedenen Kästchensorten angeht, so genügt bei bescheidenen Verhältnissen die Sorte A durchaus. Die übrigen empfehlen sich für besser dotierte Schulen. Die Reformkästchen sind besonderer Beachtung wert; sie kommen für die Unterbringung der Sammlungsstücke in Schubladen in Betracht, jedoch nur für größere Handstücke. Kann man in der Schule eine kleine Schausammlung aufstellen (vgl. unten), so wähle man dazu die Sorte D oder E.

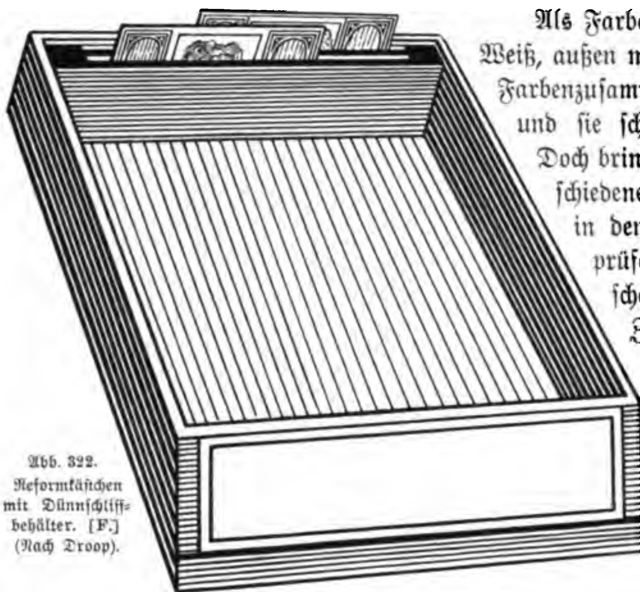


Abb. 322. Reformkästchen mit Dünnschliffbehälter. [F.] (Nach Droop).

Als Farbe der Kästchen möchten wir innen Weiß, außen mattes Lichtblau vorschlagen. Diese Farbenzusammenstellung ist wohl die billigste, und sie scheint sich gut bewährt zu haben. Doch bringen die Handlungen neuerdings verschiedene andre Farbenzusammenstellungen in den Handel, die man auf jeden Fall prüfen möge; denn z. B. die Droopschen Kästchen aus hellgrau gefärbter Zellulosepappe innen und blauer Bekleidung außen scheinen eine große Zukunft zu haben. Lackierte und daher abwaschbare Überzugspapiere sind wohl nicht nötig. Hat man sich einmal für eine bestimmte Beklebung entschieden, so muß man natürlich bei diesen Farben bleiben. — Für die Kästchen D und die Blocks E wähle man die Beklebung mit lackiertem, mattschwarzem abwaschbarem Dauerpapier.

Als Format der Kästchen wählen wir — im Anschluß an die Größe der Gesteinshandstücke (12 × 9 oder 9 × 7) — für die Gesteine die Größe $12\frac{1}{2} \times 10$ oder $10 \times 7\frac{1}{2}$ cm. Für manche Gesteine und für die meisten Versteinerungen und Mineralien sind aber andere — größere und kleinere — Formate nötig, und da wähle man solche, die genau zueinander passen. Denn in den Schubladen muß ja der Raum voll ausgenutzt werden. Da schlagen wir folgende erprobte Größen vor:

$2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ cm	$5 \times 7\frac{1}{2}$ cm	$7\frac{1}{2} \times 10$ cm	$7\frac{1}{2} \times 15$ cm
$2\frac{1}{2} \times 5$ cm	$7\frac{1}{2} \times 7\frac{1}{2}$ cm	10×10 cm	10×15 cm
5×5 cm	5×10 cm	$10 \times 12\frac{1}{2}$ cm	15×15 cm

Durch abweichende Formate der Händlerkataloge lasse man sich möglichst nicht beeinflußen! Als Höhe wähle man stets eine Größe: $1\frac{1}{2}$ oder besser 2 cm.

Für die Etiketten genügen Zettel aus starkem, weißem Schreibpapier, deren Format stets etwas kleiner ist als das zugehörige Kästchen; also z. B. für die Kästchen $10 \times 12\frac{1}{2}$ cm ein Zettelformat von 9 × 11 cm. Man kann aber auch solche Etiketten aus weißem Karton mit schwarzen Randlinien in den oben genannten Handlungen billig kaufen.

Die Beschriftung der Etiketten erfolgt nach folgenden Mustern:

Glimmerreicher Sandstein.
(Deutlich geschichtet; sog. „Siebigeröder Sandstein".)
Karbon: Mansfelder Schichten (= Mittl. Oberkarbon).
Steinbruch an der Kirche von Siebigerode.
Johann Charlet. 8. 11. 1912.
(*Mb. Mansfeld.)

Sphenophyllum Schlotheimi Brongn.
„Schlotheims Keilblatt".
(Auf Tonschiefer; von einer alten Schachthalde.)
Schachtelhalme, *Equisetinae.*
[Karbon: Wettiner Schichten (= Oberes Oberkarbon.)]
Halde am Alten Zechenhaus nördlich von Dölau.
Karl Heidelberg. 2. 10. 1911.
(*Mb. Halle-Nord.)

Natrolith.
(Auf Phonolith aufsitzend.)
Silikate: 8. Zeolithgruppe.
[Tertiär: Oligozän.]
Steinbruch des Marienberges bei Aussig (Böhmen).
Kurt Schwarm. 7. 10. 1912.
(Österreich: Blatt Aussig-Leitmeritz.)

Aus diesen drei Mustern ersehen wir, was die Etikette eines Gesteins, einer Versteinerung, eines Minerals alles enthalten soll. Stets ist genau anzugeben, ob das Stück aus dem Anstehenden, von einer Schachthalde, aus einem Lesesteinhaufen usw. stammt, ob es als Geschiebe oder als Geröll (etwa in jetzt trockner Flußablagerung) gefunden wurde usw. Bei Gesteinen sind die besonderen Eigenschaften, wie Harnisch, Faltung, Klüfte, Kluftausfüllung, anzugeben; bei Erstarrungsgesteinen die zugehörige Gruppe im System; bei Fossilien die Familie; bei Mineralien die Klasse und Gruppe. Wo es möglich ist, setze man bei lateinischen Namen die Verdeutschungen bei. Auch die Formationsbezeichnung muß nach Zonen und Horizonten genau sein. Fundort, Finder und Datum dürfen nicht fehlen! Bei der Angabe des Fundorts muß die Art des Aufschlusses (Steinbruch usw.) und das Meßtischblatt (abgekürzt „Mb.") angegeben werden. Überhaupt sei der Fundort so bezeichnet, daß er auf dem Meßtischblatt unzweideutig bestimmt werden kann. Liegt das Meßtischblatt im geologischen Kolorit vor, so setze man bei „Mb." ein Sternchen.

Etiketten nach vorstehenden Mustern auf Schreibpapier sind auf dem Boden des Kästchens **jedem** Gestein beizulegen. Diese Regel gilt auch, wenn man Kästchen von den Sorten B bis F verwendet. Bei D und E empfiehlt es sich, die Zettel unten anzukleben. Bei den Kästchen B bis F ist nun außerdem noch eine zweite Etikette nötig, die in den Abb. 318 bis 320 zur Darstellung gebracht ist. Diese eingesteckten Etiketten sollten stets aus weißem Karton mit schwarzem Rand (vgl. oben) bestehen. Sie tragen nun aber nicht den gesamten Inhalt der oben angegebenen Etiketten, sondern nur einen Auszug daraus, wie ihn die folgenden Muster (und die Abb. 318 bis 320) zeigen:

Glimmerreicher Sandstein.	**Sphenophyllum Schlotheimi.**	**Natrolith.**
Oberkarbon.	*Equisetinae.* (Karbon.)	Silikate (Zeolithe).
Siebigerode b. Mansfeld.	Dölau b. Halle a. S.	Marienberg b. Aussig.

Auf diesen Etiketten wird die Fundortsangabe gekürzt. Bei Gesteinen wird dazu nur noch die Formation, bei Versteinerungen die Familie und die Formation, bei Mineralien nur die Klasse und die Gruppe angegeben.

Die Beschriftung der Etiketten drucken zu lassen, ist für Schulzwecke durchaus unnötig. Die großen Schreibpapieretiketten werden mit der Hand geschrieben, für die kleinen Kartonetiketten empfiehlt sich Maschinenschrift, die stets da zu fordern ist, wo die Stücke zur Schau gestellt werden. Für die Schausammlung ist schon wegen der Gleichmäßigkeit und Lesbarkeit Maschinenschrift für **alle** Beschriftungen sehr erwünscht. Rundschrift ist auf keinen Fall, auch auf den großen Etiketten nicht, zu verwenden.

Mit **Nummern** — für die Katalogisierung — versehen werden nur die großen Etiketten, und auch hier sollte man von gedruckten Nummern absehen. Die Handstücke selbst mit Nummern oder gar mit Etiketten zu bekleben, ist eine große Geschmacklosigkeit und für Schulzwecke auf jeden Fall abzulehnen! Ebenso erübrigen sich aus Draht gebogene **Etikettenhalter** für die Sammlungskästchen. Diese kommen höchstens für die Schausammlung in Betracht, um dort größere, auf den Inhalt einer ganzen Vitrine u. dgl. hinweisende Etiketten zu tragen.

Für kleine Objekte, für Bodenproben usw. sind häufig **Kristallgläschen**, **Sturzgläser**, **Standgläser**, **Standflaschen** usw. nötig. Man vergleiche darüber die Kataloge der Lehrmittelhandlungen. Für kleine Kristalle, die in der Schausammlung aufgestellt werden sollen, gibt es besondere aus Holz gedrehte, schwarze **Kristallstative**, auf denen die Kristalle mit Klebwachs befestigt werden. Solche liefert uns jeder Drechsler, der uns auch Holzscheiben zum Montieren der **Kristallmodelle** liefert (vgl. S. 500 und 501).

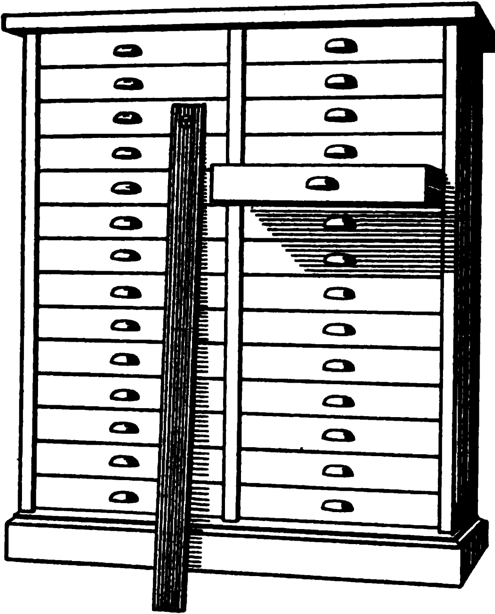


Abb. 323. Sammlungsschrank mit Vorsatzleiste. (Nach Krantz.)

Verwendet man für die Schausammlung (vgl. oben) der Billigkeit halber Kästchen der Sorten B oder C, so kann man die Wirkung der Handstücke bedeutend erhöhen, wenn man die Stücke nicht unmittelbar auf den Boden der Kästen, sondern auf eine Schicht braunen, feinsten Sandes legt. Von einer Eisengießerei kann man sich zu diesem Zweck leicht Formsand besorgen, von dem ja nur eine geringe Menge nötig ist. Der oberoligozäne Glimmersand von Beidersee bei Halle a. S. eignet sich trefflich. So gut das Auslegen der Kästchen mit solchem Sand in der Schaustellung wirkt, so wenig eignet es sich allerdings für die eigentliche Schulsammlung, deren Stücke gar häufig von ihren Plätzen fortgenommen werden.

Die Kästchen werden in einem Sammlungsschrank (Abb. 323 und 324) untergebracht. Die Schubfächer (Schiebladen) sind im Lichten gewöhnlich 49 (bis 54) cm breit, 47 (bis 35,5) cm tief und 7 (manchmal auch 8) cm hoch. Die Sammlungsschränke werden hauptsächlich in zwei verschiedenen Ausführungen gewählt, entweder nur mit Vorsatzleiste verschließbar (Abb. 323) oder mit Türen (Abb. 324). Die erste Form genügt, wenn die Schränke im Zimmer Platz finden. Werden sie aber auf Korridoren aufgestellt, so ist wegen des Staubschutzes die zweite Form empfehlenswerter. Die Höhe der Schränke richtet sich nach der Größe der Schulsammlung. Für kleinere Sammlungen genügt eine Höhe von 1 m, für größere Sammlungen kann man bis zu 1,75 m gehen. Statt zwei Reihen Schubfächer kann man auch für beide Arten nur eine Reihe wählen. Die Raumfrage spielt gerade hier eine besonders große Rolle. Will man die Schränke nicht am Orte anfertigen lassen, so sehe man die Kataloge der Handlungen (Droop, Krantz, Böttcher, Kühnscherff, Panzer u. a.) ein.

Zum Transport der für den Unterricht jedesmal nötigen Handstücke u. dgl. dient ein Trag- und Arbeitsbrett (Abb. 325), dessen lichte Größen 50 (bis 60) × 40 (bis 45) × 6 (bis 7) cm sind. In jeder Lehranstalt sollten mehrere dieser zweckmäßigen Bretter vorhanden sein, von denen übrigens Droop eine nette, sehr praktische Art herausgebracht hat.

Die Anordnung der Sammlung ist die nächste, wichtigste Arbeit. Für die Zwecke der Schule sollte es sich nun eigentlich in der Hauptsache um eine heimatgeologische Sammlung handeln, die an der Hand der heimatlichen Studien einzurichten wäre und die uns ein Bild gäbe von der Entstehungsgeschichte unserer Heimat, ja die darüber hinaus uns einen Einblick verschaffte in die Lebensgeschichte der gesamten Erde und ihrer Organismen. Praktische und didaktische Gründe sprechen gegen die Anlage einer solchen Sammlung in Schulen. Die Heimat wird nicht alle für die Unterrichtszwecke nötigen Handstücke liefern können. Vieles muß aus der Ferne beschafft werden. Auch werden ja die Handstücke der Sammlung einmal in der, das andere Mal in einer anderen Unterrichtsstunde gebraucht, und sie werden deshalb immer wieder nach anderen Gesichtspunkten zusammengestellt werden. Aber das gelte als Hauptgrundsatz für alle Handstücke: soweit wie möglich soll die Heimat die

Handstücke liefern! Zusammenfassend können wir sagen, daß die häufigsten und am weitesten verbreiteten Gesteine, die die Erdkruste zusammensetzen und die häufig im Unterricht genannt werden, in der Sammlung vertreten sein müssen. Auch die technisch wichtigsten Gesteine dürfen nicht fehlen. An einfachen, typischen Stücken müssen die Strukturunterschiede zu erkennen sein.

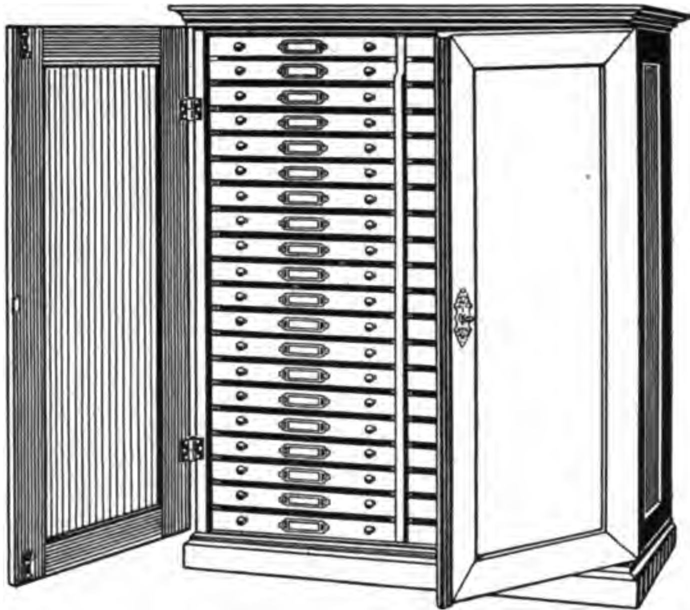


Abb. 324. Sammlungsschrank mit Türen. (Nach Droop.)

Um in der Sammlung das Heimatliche vom Fremden auf einen Blick unterscheiden zu können, empfiehlt es sich, die Etiketten der heimatlichen Handstücke mit hellroter Ausziehtusche zu umranden: ein Auskunftsmittel, das sich vorzüglich bewährt hat.

Am zweckmäßigsten hat sich für die Schulsammlung folgende **Gliederung** erwiesen:

I. Mineraliensammlung.
   1. Normalmineraliensammlung.
   2. Allgemeine Mineraliensammlung.

II. Gesteinssammlung.
   1. Normalgesteinssammlung.
   2. Allgemeine Gesteinssammlung.

III. Geologische Sammlung.
   1. Allgemeine Geologie.
   2. Praktische Geologie.

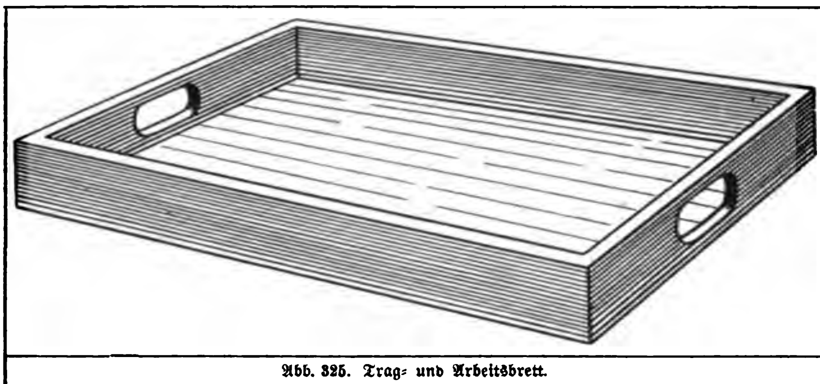
IV. Paläontologische Sammlung.

Im einzelnen bemerken wir dazu folgendes:

I, 1. Die **Normalmineraliensammlung** enthält nur die geologisch wichtigsten Mineralien, etwa 30 an der Zahl. Die Anordnung kann etwa in folgender Weise erfolgen: 1. Elemente (Kohle); 2. Schwefelverbindungen oder Sulfide (Schwefelkies); 3. einfache Sauerstoffverbindungen oder Oxyde (Eisenglanz, Magneteisen, Quarz, Zirkon, Brauneisenstein); 4. Haloidsalze (Steinsalz, Kalisalze); 5. kohlensaure Salze oder Karbonate (Kalkspat, Dolomit, Eisenspat); 6. schwefelsaure Salze oder Sulfate (Schwerspat, Anhydrit, Gips); 7. kieselsaure Salze (Orthoklas, Plagioklas, Ton und Kaolin, Augit und Diallag, Hornblende, Olivin, Glimmer, Chlorit, Talk, Serpentin, Granat, Turmalin).

Kommt ein heimatliches Mineral nur in schlechter Ausbildung vor, so lege man daneben in einem zweiten Kästchen ein gut ausgebildetes von einem fremden Fundort.

I, 2. Die **allgemeine Mineraliensammlung** enthält alle Mineralien außer den obengenannten, soweit sie in der Heimat vorkommen oder soweit sie sonst für die Zwecke des Unterrichts in Betracht kommen. Dazu würden z. B. auch Pseudomorphosen gehören. Diese Sammlung wird nach dem wissenschaftlichen System geordnet. Bei größerem Umfang kann man auch die Schmucksteine (Edelsteine und Halbedelsteine) zu einer besonderen Gruppe vereinigen. Ebenso


Abb. 325. Trag- und Arbeitsbrett.

kann man eine Sammlung der wichtigsten Arten natürlicher Kristalle zusammenstellen. Endlich wäre eine **Kennzeichensammlung** in Erwägung zu ziehen, die zur Erläuterung der allgemeinen physikalischen Eigenschaften dient. Sie würde Probestücke enthalten für: amorphes Mineral, kristallisiertes Mineral, spezifisches Gewicht, Bruch, Härte (vgl. S. 514), Spaltbarkeit, Struktur, Farbe und Strich, Glanz, Strahlenbrechung, Phosphoreszenz, Elektrizität und Magnetismus, Schmelzbarkeit und physiologische Eigenschaften. Die eben erwähnten Spezialsammlungen sind käuflich zu erwerben; man vergleiche die Kataloge. Endlich sei hier noch auf die Sammlung von Kristallmodellen (aus Pappe, Holz oder Glas; vgl. S. 500) hingewiesen, die auch zu diesem Teil der Sammlung gehört. Schließlich dürfen auch entsprechende Vorräte für Lötrohrproben nicht fehlen.

II, 1. Die **Normalgesteinssammlung** enthält die wichtigsten Gesteine, etwa 50 an Zahl, in sehr guten Handstücken. Die Anordnung geschieht hier am besten so:

a) Sedimentgesteine: 1. Konglomeratische und sandige Gesteine (Geröll und Geschiebe, Kies und Grand, Sand, Konglomerat, Breccie, Grauwacke und Arkose, Sandstein, Quarzit); 2. Tongesteine (Ton, Lehm, Löß, Mergel, Schieferton, Tonschiefer [Schiefer]); 3. Kalkgesteine (Kalkstein, Kalksinter, Kreide, Marmor, Dolomit); 4. Kieselgesteine (Kieselsinter und Kieselgur, Feuerstein und Hornstein); 5. Gips- und Salzgesteine (Gips, Anhydrit, Steinsalz, Kalisalze); 6. Erzgesteine (Eisensteine); 7. Kohlengesteine (Faulschlamm, Torf, Braun- und Steinkohle, Anthrazit, Bitumen und Erdöl).

b) Erstarrungsgesteine: 1. Ergußgesteine (Porphyr, Porphyrit, Diabas, Melaphyr, Trachit, Phonolith, Basalt, vulkan. Glas, vulkan. Tuff); 2. Tiefengesteine (Granit, Syenit, Diorit, Gabbro); 3. kristalline Schiefer (Gneis, Granulit, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Phyllit [Tonglimmerschiefer]).

Auch hier muß man manches in der Heimat Fehlende durch Fremdes ersetzen. Dabei verfährt man dann in gleicher Weise wie bei der Normalmineraliensammlung.

II, 2. Die **allgemeine Gesteinssammlung** enthält alle Gesteine außer den oben genannten, soweit sie in der Heimat vorkommen oder soweit sie sonst für den Unterricht (besonders auch in der Erdkunde) nötig sind. Die Anordnung geschieht nach dem wissenschaftlichen System. Zu dieser Sammlung gehört auch noch die Dünnschliffsammlung (vgl. S. 515); vergleiche dazu die Kästchensorte F.

III, 1. Die **Sammlung zur allgemeinen Geologie** verdient eine ganz besonders liebevolle Pflege. Doch sei gleich vorweg bemerkt, daß die dafür nötigen Demonstrationsstücke häufig sehr schwer zu erlangen sind. Diese Sammlung soll Belegstücke für die verschiedenen Äußerungen der geologischen Kräfte enthalten. Deshalb wird man gerade hier den Rahmen

der Heimat absichtsvoll recht weit zu überschreiten haben. Die Gliederung dieser Sammlung geschieht nach folgendem Schema:

a) Kräfte der Verwitterung: Handstücke mit plattiger, schaliger, zonaler und Rippen- (Leisten-)verwitterung; Verwitterungsschutt. Auch die Entfärbungserscheinungen sind zu beachten. Ferner Verwitterungsfolgen, die ein Gestein vom frischen Anstehenden durch den allmählich fortschreitenden Verwitterungsvorgang bis zu Brocken, Grus- und feiner Ackererde darstellen. Die Entstehung der Ackererde ist dabei besonders wichtig. So kann man die Verwitterung des Porphyrs (zu Ackererde, zu Ton und zu Kaolin), des Granits, des Basalts usw. veranschaulichen.

b) Werke des fließenden Wassers. Etwa folgende Handstücke für die zerstörende Wirkung: geglätteter und ausgehöhlter Felsen (Strudelloch), Geröll, Kies, Sand, Rippenerosion, Rippelmarken, kaolinisierter Porphyr; Karrenbildung auf Kalkstein, Gips und Steinsalz. Für die aufbauende Wirkung: Tropfstein, Schichtung im Kalkstein, Kalksinter, Sandstein, Konglomerat, Breccie, Sekretionen, Konkretionen (Feuerstein, Septarie, Lößkindel; Schwefelkies- und Barytkugeln), Dendriten.

c) Werke des fließenden Eises. Geschiebe, Scheuerstein (gekritztes Geschiebe), Glazialschliff; Geschiebemergel.

d) Werke des Meeres: Geröllfolge (scharfkantiger Block — gerundeter Block — Scheibe — durchlöcherte Scheibe — Kies — feinster Sand; gerundete und mattgeschliffene Flaschenscherben); Steinsalz, Gips.

e) Windwerke: Rippelmarken, Kreuzschichtung, Windschliffe, Windkanter, blatternarbiges Gestein, Leistendeflation, Wüstenlack; Dünensand, Löß.

f) Werke der Organismen: Bohrlöcher der Bohrmuscheln und Bohrwürmer; phytogene Gesteine (Humus, Faulschlamm, Torf, Kohle, Anthrazit, Graphit, Asphalt, Petroleum, Kieselgur); zoogene Gesteine (Muschelkalk, Kreide, Korallenkalk). Erhaltungszustand der Versteinerungen in der paläontologischen Sammlung.

g) Krustenbewegungen: Wagerechte Schichtung, Verbiegung, Faltung (bei verschieden gefärbten und bei verschieden harten Schichten), Klüftung und Adern, Verwerfung, Harnisch, Verknetung, Reibungsbreccie, Ruinenmarmor, verzerrte und zerrissene Fossilien, Geröll mit Eindrücken, zerborstene (und wieder verkittete) Gerölle, Diskordanz, Kontakterscheinungen, Metamorphose (Kreidemarmor, Tonschiefer usw.), Schieferung.

h) Vulkanismus: Lavaarten, Lavaoberfläche, Bomben, Schlackenstücke (Lapilli, Rapilli), vulkan. Asche und Glas, Bimsstein, Obsidian, Fluidalstruktur, Gänge, Schlieren, Einschlüsse, Basaltsäulen, Porphyrsäulen, Kontaktwirkungen (Kontaktmineralien; Bleichung, Frittung und säulenförmige Absonderung des Nachbargesteins; Sandsteinsäulen; zum Vergleich säulenförmige Hochofengestellsteine). Die verschiedenen Erstarrungsgesteine werden in der Gesteinssammlung untergebracht.

i) Erdbeben: zerrissener Mauerstein aus einer Hauswand und ähnliches.

III, 2. Die Sammlung zur praktischen Geologie umfaßt etwa Bodenarten (Verwitterungsböden und umgelagerte Böden), brennbare Mineralien, Mineralien für gewerbliche Zwecke, Mineralien zur Erzgewinnung, Erze, eine Gangsammlung (Struktur und Anordnung der Gänge, Beispiele von Erzgängen), Steinsalz und Kalisalze, Legierungen, mineralische Düngemittel. Die Schmucksteine bringt man in der Mineraliensammlung unter, die bodenbildenden und technisch wichtigen Gesteine in der Gesteinssammlung. Hübsche besondere techno-

logische Zusammenstellungen bieten die Gewinnung des Eisens, die Verarbeitung des Tones (zu Ziegeln und zu Krügen) u. a.

IV. Die paläontologische Sammlung, die besonders auch dem biologischen Unterricht zugute kommen soll, enthält zunächst eine Übersicht über die verschiedenen Erhaltungszustände der Versteinerungen (Verkohlung, Versteinerung, Verkieselung, Abdruck, Steinkern, Inkrustation, Abguß, Ausguß, Fährten usw.). Dazu lege man auch einige „Naturspiele". Die eigentliche Sammlung enthält typische Organismenreste früherer Erdperioden, besonders die Leitfossilien, geordnet nach dem in der Botanik und Zoologie üblichen System, wobei mit den niedrigsten Formen begonnen wird. In diese Systeme werden die typischen allgemeinen Leitfossilien und die in der Heimat vorhandenen Fossilien zusammen eingeordnet. Von allen Klassen des Pflanzen- und des Tierreichs sollten mindestens einige typische Arten vorhanden sein. Über die paläontologischen Modelle vgl. S. 499.

Eine eigentliche geologische Heimatssammlung sollte den öffentlichen Sammlungen, den Lokalmuseen, vorbehalten bleiben. Wer auf eine solche Sammlung für den Schulapparat besonderen Wert legt, möge sie geschichtlich (chronologisch, stratigraphisch), d. h. nach den einzelnen Formationen ordnen, indem er mit der ältesten Formation beginnt. Jede Formation wird wieder nach Unterabteilungen und — soweit die Heimat dazu die Möglichkeit bietet — nach Stufen und Zonen (Horizonten) gegliedert. Zu jedem einzelnen Zeitabschnitt legen wir die verschiedenen Arten von Sediment- und Erstarrungsgesteinen in guten Handstücken, dazu auch die Verwitterungsprodukte, die landwirtschaftlich und technisch wichtigen Gesteine (besonders zu bezeichnen) sowie besondere Vorkommnisse, wie Konkretionen, Harnische, Fältelungen usw. Dann folgen die Versteinerungen nach dem botanischen und zoologischen System geordnet. Das Diluvium und das Alluvium werden petrographisch gegliedert. Beim Diluvium bilden die Geschiebe eine Gruppe für sich. Sie werden zunächst nach Gesteinsarten getrennt; dann werden die Sedimentärgeschiebe wieder stratigraphisch geordnet.

Übrigens gibt es für die einzelnen mitteleuropäischen Landschaften besondere Lokalgesteinssammlungen (A. Geistbecks „Bodenkarten in natürlichen Gesteinen"), deren Inhalt sich aber aus einer einigermaßen reichhaltigen allgemeinen Gesteinssammlung (s. oben S. 487) annähernd zusammenstellen läßt. Heimatsgeologische Sammlungen in dem oben angegebenen Umfang sind natürlich nicht käuflich.

Durch eine große Formationstabelle (vgl. S. 503) wird der Zusammenhang der ganzen Sammlung (ohne die Mineralien) gewährleistet.

In ähnlicher Weise bietet die Heimatstabelle (vgl. S. 503—504) einen Ersatz für die fehlende Heimatssammlung.

Es gibt jedoch noch einen zweiten Ersatz für die heimatgeologische Sammlung. Wir meinen eine Schausammlung zur Heimatgeologie im kleinen, eine Einrichtung, die sich keine Schule, wenigstens keine größere, versagen sollte. Wir sahen eine derartige Sammlung zum ersten Mal in Halle a. S., wo sie Johannes Walther in der Vorhalle des Geologischen Museums aufgestellt hat. Für Schulzwecke ist sie wie geschaffen.

Eine solche Schausammlung wird in einigen Glaskästen untergebracht, die entweder auf Tischen (Abb. 326) oder auf Sammlungsschränken (Abb. 327) stehen. Man kann für diese Zwecke auch einen besonderen Ausstellungsschrank (Abb. 328) anfertigen lassen. Die Tische haben den Vorzug, daß man sie entweder von allen Seiten frei oder an Wandflächen stellen kann, während die Sammlungs- und Ausstellungsschränke nur die zweite Art der Aufstellung gestatten.



Abb. 326. Tisch mit Glasaufsatz für die Schausammlung.

Als Muster zur Einrichtung einer heimatgeologischen Schulsammlung diene der Entwurf einer solchen für die Magdeburger Schulen, den wir vor Jahren ausgearbeitet haben. Der leitende Gedanke bei der Aufstellung ist das geologische Alter. Von den ältesten Schichten an wird der Beschauer bis zum jüngsten geologischen Zeitabschnitt geführt, und er erhält so ein abgeschlossenes Gesamtbild von der erdgeschichtlichen Entwicklung der heimatlichen Landschaft. Jeder einzelne Schaukasten ist einer bestimmten Formation oder einer Formationsgruppe gewidmet und enthält die dahin gehörigen Gesteine und Versteinerungen in schönen Handstücken. In sauberer Maschinenschrift ist eine Inhaltsangabe des Schaukastens an der darüber befindlichen Wandfläche angebracht. Das Ganze gibt also folgendes Bild:

Schaukasten I. a) Inhaltsangabe: Des Erdgezimmers älteste Gesteine überhaupt, die kristallinen Schiefer, sind in unsrer Gegend weder aufgeschlossen noch mit dem Tiefbohrer unterirdisch erreicht. Auch die ältesten Schichtgesteine, die dem Algonkium und Kambrium angehören, fehlen bei uns. Daher gehören die für die Magdeburger Gegend ältesten Gesteine dem Silur und dem Karbon an. Das im Harz sich dazwischenlagernde Devon fehlt bei uns ebenfalls. Die Absätze des Silurmeeres sind nur in den Steinbrüchen bei Gommern aufgeschlossen, wo ein Horst von Silurquarzit emporgepreßt wurde, der freilich nahezu versteinerungsleer ist. Die Absätze des Karbonmeeres lagen ursprünglich als horizontale Schichtentafeln auf den silurischen Gesteinen. Sie sind als Strand- oder Seichtwasserbildung aufzufassen, in der dunkle Tonschiefer und sandsteinartige bis konglomeratische Grauwacken wechseln. Die Steinbrüche vor dem Krökentor („Wilhelma"), bei Ebendorf, in der Hundisburg-Flechtinger Gegend sind in blaugrauer Kulm-

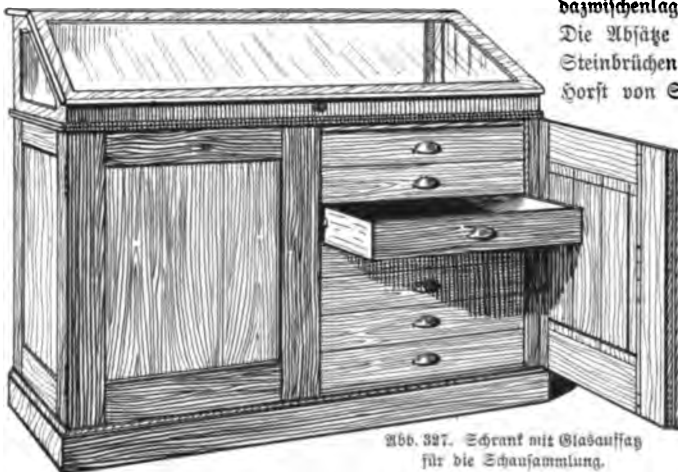


Abb. 327. Schrank mit Glasaufsatz für die Schausammlung.

grauwacke angelegt, die von Olvenstedt in rötlicher. Diese **Kulmschichten (Unterkarbon)** zeigen Tier- und Pflanzenreste. Muscheln, Krebse (Dreilappkrebse oder Trilobiten), gerade und aufgerollte Tintenfischarten (Orthozeratiten und Goniatiten) belebten das flache Wasser. In weiten Ufersümpfen wuchsen riesige Schachtelhalme (*Calamites*), Schuppenbäume (*Lepidodendron*), Siegelbäume (*Sigillaria*) und Knorrien, die meist mit schmalen, schilfähnlichen Blättern bedeckt waren. Zahlreiche Pflanzen sind nur in unbestimmbaren Stücken, als sog. Häcksel erhalten. — b) In dem zugehörigen Kasten liegen folgende Handstücke: Silurquarzit, Silurtonschiefer mit Häcksel, Silurkonglomerat; blaugraue Kulmgrauwacke, rote Kulmgrauwacke, Kulmkonglomerat, Kulmtonschiefer mit Häcksel, Kulmtonschiefer mit Harnisch; Trilobit, *Orthoceras, Goniatites, Calamites, Lepidodendron, Sigillaria, Knorria.* (Da das Silur nur schwach vertreten ist, wurden in diesem Schaukasten zwei Formationen vereinigt.)

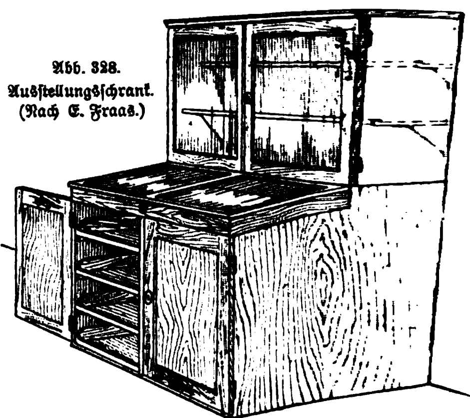


Abb. 328. Ausstellungsschrank. (Nach E. Fraas.)

Schaukasten II. a) Inhaltsangabe: Aus der folgenden **Oberkarbonzeit**, in der die **Steinkohlenlager** zum Absatz gelangten, fehlen bei uns Schichtenreihen. Damals setzte eine Zeit großer **Gebirgsbildung** (Faltung) ein. Die mitteldeutschen Alpen wurden aufgefaltet, aber gerade in unserer Gegend wieder abgetragen. In der nun folgenden **Rotliegenden-Zeit** brach das Faltengebirge teilweise wieder ein; nur der „Harz" und das „Magdeburger Paläozoische Gebirge" blieben als Horste stehen. Am Südwestrand des Magdeburger Gebirges, auf einer Linie von Eickendorf bei Öbisfelde bis Mammendorf brachen glühende Lavamassen (Porphyr, Porphyrit, Breccien) aus dem Erdinnern empor und überfluteten in mächtigen Decken das Land. Gegen das Ende dieser Periode begann eine ruhigere Entwicklung. Es setzten sich Sandsteine und Schiefertone ab, zu denen z. B. unser Domfelsen gehört. Reste von Pflanzen und Tieren fehlen bei uns in diesen Schichten vollständig. — b) In dem zugehörigen Kasten liegen folgende Handstücke: Älterer Augitporphyrit, Quarzporphyr, jüngerer Augitporphyrit, Gangporphyr, Tuffe, Zersetzungsprodukte, Mandelsteine; Sandsteine, Schiefertone, Konglomerate.

Schaukasten III. a) Inhaltsangabe: Eine weitausgedehnte Senkung brachte in der folgenden **Zechsteinzeit** weite Landflächen unter Meeresbedeckung. Den Beginn dieser Zeit bezeichnet ein flacher See mit dunklem Schlamm (Kupferschiefer). Als das Meer durch fortschreitende Landsenkung immer tiefer wird, lagern sich Kalke ab. Doch bald wird das Zechsteinmeer unsrer Gegend vom freien Ozean als Meeresbucht abgeschnürt und unter einem trockenen Klima eingedampft. Gips (Wahldorf), Steinsalz (Staßfurt-Leopoldshall, Westeregeln, Samswegen usw.) und Edelsalze (ebenda) bilden sich in ungeheurer Mächtigkeit. — b) In dem zugehörigen Kasten liegen folgende Handstücke: Kupferschiefer mit Erzader, *Palaeoniscus, Ullmannia,* Kalkstein, Rauchwacke, Gips, Steinsalz, Anhydrit, Edelsalze.

In ähnlicher Weise behandeln die übrigen **Schaukästen** folgende Formationen: Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper, Jura, Tertiär, Diluvium, Alluvium.

Eine Erweiterung der Schausammlung nach den oben gegebenen Winken, besonders in bezug auf die allgemeine und die technische Geologie, ist in das Ermessen eines jeden gestellt. Daß man den Wert der Schausammlung durch Aufhängen von topographischen und geologischen Karten und Profilen und von Bildern sowie durch weitere Anschauungsmittel (vgl. S. 491) wesentlich erhöht, ist selbstverständlich. Doch gerade hier ist eine weise Beschränkung am Platz. Es sei jedoch besonders auf das geologische Heimatprofil (S. 507) aufmerksam gemacht.

Zur vorübergehenden Schaustellung irgendwelcher geologischer Anschauungsmittel empfiehlt sich ein **Glaskasten (Schaukasten)**, der an einer besonders günstigen, hellen Stelle des Schulkorridors angebracht ist. Noch besser, wenn in jedem Klassenzimmer sich solch Schaukasten befindet, der ja auch für viele andere Unterrichtsfächer benutzt werden kann. In solchem Kasten werden auf kürzere oder längere Zeit die Anschauungsobjekte ausgestellt, die im Unterricht jeweilig behandelt werden. Die Schüler können dann die Sachen eingehender betrachten,

als es während der Lehrstunden möglich ist. Wie bei der eben erwähnten ständigen Schausammlung, so können auch hier mit den Gesteinen Modelle, Bilder, Karten, Profile, Diagramme usw. zu Gruppen vereinigt werden. Vgl. dazu S. 466—467.

Ein Katalog der Schulsammlung ist nach den für das Ordnen gegebenen Winken abzufassen. Dabei ist es zweckmäßig, bei den einzelnen Teilen des Katalogs vergleichende Hinweise auf andere Teile der Schulsammlung einzutragen.

Was nun die Auswahl der oben genannten Einzelsammlungen für die verschiedenen Schularten angeht, so mögen folgende Hinweise genügen. In jeder Schule sollten ungekürzt vorhanden sein die Normalmineraliensammlung und die Normalgesteinssammlung; und von den Sammlungen zur allgemeinen Geologie und zur Paläontologie sollten die wichtigsten Belegstücke nicht fehlen. Die übrigen Sammlungen kämen für größere Schulbetriebe in Betracht, wobei es dem Lehrer überlassen bleiben muß, die einzelnen Teile nach eigenem Ermessen auszubauen. Daß in jedem Fall den geologischen Verhältnissen der Heimat besondere Pflege zuteil werden muß, ist selbstverständlich; denn kein Unterricht ist so bodenbeständig wie der geologische.

Literatur:

Keilhack. Siehe Seite 477.

Fraas, E., Der Petrefaktensammler. Ein Leitfaden zum Sammeln und Bestimmen der Versteinerungen Deutschlands. Stuttgart, Lutz 1910. 6,50 M. (Für Mitglieder des Deutschen Lehrervereins für Naturkunde ermäßigter Preis.)

Brendler. Mineraliensammlungen. Hand- und Hilfsbuch für Anlage und Instandhaltung mineralogischer Sammlungen. 2 Bde. Leipzig, Engelmann 1908. 13 M.

Die Anschauungsmittel zur Geologie, Paläontologie und Mineralogie.

Es kann gar nicht oft genug betont werden, daß die Grundlage jedwedes geologischen Unterrichts die Beobachtung im Freien ist. Aber es läßt sich nicht vermeiden, daß die Unterweisungen zum größten Teil im Klassenzimmer erfolgen müssen. Da ist es dann unerläßlich, daß die Schule über eine reichhaltige Sammlung von geologischen Anschauungsmitteln verfügt. In dieser Beziehung ist bisher nur von wenigen Schulen das Nötige getan, um wenigstens den allerbescheidensten Anforderungen zu genügen, wo doch nicht vergessen werden sollte, daß viele der Anschauungsmittel auch draußen im Freien eine bedeutende Rolle spielen und im Gelände zu unvergleichlichen Beobachtungsmitteln werden. Nur ein Beispiel dafür! Noch immer hat der Schüler sich freudig begeistert, wenn ihm der Lehrer den Zauberschlüssel in die Hand gab, um die geologische Karte seiner Heimat lesen zu können. Wie schnell wurden ihm die Formen der heimatlichen Landschaft vertraut, und wie trefflich wußte er in das Verständnis der mannigfachen Vorgänge einzudringen, die jene Formen schufen und sie noch heute vor seinen sichtlichen Augen umgestalten! Und wie wenige Schulen besitzen überhaupt auch nur ein einziges geologisches Kartenblatt!

Im folgenden soll nun über die verschiedenen Anschauungsmittel zur Geologie das Wichtigste gesagt werden, wobei an den nötigen Stellen auf die Lehrmittel zur Paläontologie und Mineralogie hingewiesen werden wird.

Im Gegensatz zu den im vorigen Abschnitt behandelten Handstücken von Gesteinen, Versteinerungen und Mineralien handelt es sich bei den Anschauungsmitteln um Nachbildungen der natürlichen Verhältnisse, der Naturgegebenheiten. Deshalb gehören in den Rahmen unserer Betrachtung auch sehr viele geographische Anschauungsmittel, auf die wir jedoch stets nur ganz kurz hinweisen können. Ganz besonders trifft dies für die Karten, Bilder und Reliefs

zu. Ähnlich steht es mit den biologischen Anschauungsmitteln, die wir auch nur in den wichtigsten Fällen heranziehen werden.

Die genaueren Titel und die Preise der meisten im folgenden genannten Lehrmittel findet man in den Lehrmittelkatalogen (z. B. von K. F. Koehler in Leipzig und F. Volckmar in Leipzig), die im Anhang (S. 518) verzeichnet sind. Doch sei daran erinnert, daß gerade hinsichtlich der Geologie usw. die Lehrmittelkataloge oft große Lücken aufweisen.

Karten.

Nächst den Feldbeobachtungen sind die Karten das vornehmste Mittel, um in die Geologie einzuführen. In den Schulapparat gehören daher geologische Karten in erster Linie. Doch sollte zunächst darauf gesehen werden, daß die Schule die topographischen Karten der Heimat besitzt, vor allem die einschlägigen Meßtischblätter im Maßstab 1:25000, die genau in der Form, wie sie vorliegen, die Grundlage für die geologischen Karten bilden und wie jede topographische Karte viele geologische Daten enthalten. Auch die heimatlichen Blätter der übrigen amtlichen topographischen Kartenwerke (Reichskarte in 1:100000, Übersichtskarte in 1:200000 und Übersichtskarte in 1:300000) müssen angeschafft werden. Es empfiehlt sich, die Blätter dieser vier Kartenwerke in zwei Exemplaren anzuschaffen. Das eine wird für den Gebrauch im Feld aufgezogen, das andere wird auf starke Pappe geklebt. Von der Reichskarte muß das Blatt, auf dem der Schulort liegt, in allen vier Ausgaben vorhanden sein. Recht nutzbringend ist es, die Blätter der vier Kartenwerke, die den Schulort enthalten, auf dem Korridor aufzuhängen. Der Vergleich der vier verschiedenen Maßstäbe veranlaßt den Schüler auch zu mancher selbständigen Beobachtung. Eigentlich ist das alles Sache des Geographielehrers, aber es kann nichts schaden, wenn darauf auch an dieser Stelle hingewiesen wird. Daß auch die topographischen (physischen) Wandkarten, die für den geographischen Unterricht bestimmt sind, sich geologisch auswerten lassen, ist selbstverständlich. In welcher Weise das geschieht, zeigt sich an einem Kartenwerk, das kürzlich erschienen ist und in keiner Schule fehlen sollte. Es sind die „40 Blätter der Karte des Deutschen Reichs in 1:100000 ausgewählt für Unterrichtszwecke". Das Werk kostet 6 *M* und ist unmittelbar bei der Kgl. Preußischen Landesaufnahme (Berlin NW, Moltkestr. 5—7) unter gleichzeitiger Einsendung des Betrages zu bestellen. Wird zugleich auch das durch den Zusammendruck von vier Blättern der Reichskarte erhaltene Blatt „Berlin und Umgebung" gewünscht, so erhöht sich der Preis um 0,50 *M*. Mit dem Werk wird ein starkes Erläuterungsheft („Begleitworte" von Behrmann) geliefert, das den Inhalt der einzelnen Blätter derart erläutert, daß der Benutzer in das Kartenverständnis überhaupt und in die (geomorphologische) Deutung der Formen der Landoberfläche eingeführt wird. Da der geologische Unterricht neuerdings mit Erfolg geomorphologisch gewendet wird, sei gerade die Anschaffung dieses Kartenwerkes, das das ganze Deutsche Reich behandelt, besonders empfohlen.

Von den geologischen Karten sei zunächst auf die Spezialkarten in 1:25000 hingewiesen, die die geologischen Landesanstalten herausgeben. Von diesen Karten gehören die heimatlichen Blätter in die Schulsammlung, da sie die Grundlage der Beobachtungswanderungen bilden. Durch Zusammenkleben von 6, 8, 10 oder 12 Nachbarblättern erhält man eine treffliche geologische Heimatswandkarte. Für die weitere Heimat wird der Lehrer sich eine geologische Übersichtskarte selber schaffen müssen, indem er als Unterlage dazu vielleicht die einschlägigen Blätter der topographischen Reichskarte benutzt. Geologische Schulwandkarten sind bisher nicht im Handel. Nur für Deutschland gibt es eine sehr zu empfehlende:

Bambergs „Geologische Wandkarte von Deutschland" in 1:750000 (Berlin, Chun; aufgezogen 28 ℳ). Dazu ein erläuternder Text von Braun („Grundlinien der Geologie und Morphologie von Mitteleuropa", 0,25 ℳ, für Lehrer gratis). Auch die geologische Karte von Deutschland von Mohr möge genannt sein. Was sonst an geologischen Übersichtskarten vorliegt, kommt inhaltlich für die Bedürfnisse der Schule nicht in Frage. Außerdem sind die Preise dieser Karten viel zu hoch, um jedem einzelnen Schüler in die Hand gegeben zu werden. Nach Inhalt und Preis kommen nur folgende geologischen Übersichtskarten für Schulzwecke (als „Handkarten") in Frage:

1. Die geologischen Übersichtskarten in Meyers großem „Konversationslexikon", besonders die der deutschen Landschaften (Alpen, Schwarzwald, Elsaß-Lothringen, Rheinland-Westfalen, Harz, Thüringen, Kgr. Sachsen, Sudeten). Diese Karten sind für je 0,30 ℳ vom Bibliographischen Institut in Leipzig zu haben.

2. Credner, (kleine) geologische Karte des Kgr. Sachsen. 1:500000 (Dresden, Kaufmann 1910) 0,60 ℳ.

Einige weitere Karten, besonders auch die geologisch-agronomischen Musterkarten, die die preußische geologische Landesanstalt für die Umgebungen der Landwirtschaftsschulen veröffentlicht, sind in der am Ende dieses Abschnitts verzeichneten „Geologie für Jedermann" enthalten. Auch enthalten einige neuere Schulatlanten in den Ausgaben für die Oberstufe höherer Lehranstalten, z. B. Diercke, geologische Übersichtskarten.

Wo für den Schulort keine geologischen Spezialkarten vorliegen, da bietet sich dem Lehrer die willkommene Gelegenheit, mit seinen Schülern eine solche zu entwerfen. Das ist eine höchst lehrreiche Übung, die auch dann nicht unterlassen werden sollte, wenn eine Spezialkarte vorhanden ist. (Vgl. darüber S. 512).

Die oben genannten topographischen Karten der Heimat (Meßtischblatt, Reichskarte usw.) müssen in der Hand jedes Schülers sein. Diese Forderung ist um so leichter zu erfüllen, als die Karten an Schulen zu besonders billigem Preis abgegeben werden. Man lasse sich mit dienstlicher Anschrift die betreffenden Bestimmungen von den zuständigen Behörden kommen. Es sind:

1. Plankammer der preußischen Landesaufnahme, Berlin NW 40, Moltkestr. 4;
2. Topographisches Büro des Kgl. Bayerischen Generalstabs in München;
3. Abteilung für Landesaufnahme des Kgl. Sächsischen Generalstabs in Dresden;
4. Topographisches Büro des Kgl. Württembergischen Kriegsministeriums in Stuttgart;
5. Großherzogl. Hessisches Katasteramt in Darmstadt;
6. Großherzogl. Badische Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaues in Karlsruhe i. B.

Dieselbe Forderung gilt für die geologischen Spezialkarten. Die geologischen Landesanstalten von Preußen und Württemberg geben die geologischen Spezialkarten (und die meisten ihrer sonstigen Veröffentlichungen) an Schulen zu ermäßigten Preisen ab. Die bayerische Landesanstalt gewährt auf ihre Veröffentlichungen ebenfalls Preisermäßigung; leider liegt aber für Bayern noch keine Spezialkarte vor. Die übrigen geologischen Landesanstalten haben sich bisher leider noch nicht zu einer Preisermäßigung entschließen können. Man lasse sich die Bezugsbedingungen für Schulzwecke von den Direktionen in Berlin und Stuttgart senden. Bei den übrigen Landesanstalten mache man wiederholt Gesuche um Ermäßigung; vielleicht führt das zum Ziel. Folgendes sind die Adressen:

1. Kgl. Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin N 4, Invalidenstr. 44.
2. Geologische Abteilung des Württembergischen Statistischen Landesamts, Stuttgart.
3. Geognostische Landesuntersuchung von Bayern, München, Ludwigstr. 16.
4. Kgl. Sächsische Geologische Landesanstalt, Leipzig, Talstr. 35.
5. Großherzogl. Hessische Geologische Landesanstalt, Darmstadt.
6. Geologische Landesuntersuchung von Elsaß-Lothringen, Straßburg i. E.
7. Großherzogl. Badische Geologische Landesanstalt, Freiburg i. B., Hebelstr. 40.

Da die geologische Spezialkarte ohne genaue Kenntnis der topographischen Unterlage unverständlich bleibt, so empfiehlt sich z. B. folgende Zusammenstellung: 1. das gewöhnliche topographische Meßtischblatt, ev. mit rotausgezogenen Isohypsen (von 100 zu 100 m im Gebirgsland, von 10 zu 10 m oder 5 zu 5 m im Tiefland), 2. dasselbe mit farbigen Höhenschichten (in gleichen Abstufungen), 3. die gewöhnliche geologische Spezialkarte, 4. dieselbe mit Unterscheidung der anstehenden und der vom Boden bedeckten Formationen (nach dem Muster der Württemberger Karte), 5. dieselbe „abgedeckt“, d. h. mit Weglassung des Alluviums und Diluviums (nach dem Muster der preußischen geologischen Spezialkarte von Staßfurt und der sächsischen von Chemnitz). Für das norddeutsche Tiefland erführe die Reihe folgende Abänderung: 1. bis 3. wie oben, 4. wie oben Nr. 5, 5. das topographische Meßtischblatt, in das nur die geologischen Formationen eingetragen sind, 6. das topographische Meßtischblatt, in das nur die agronomischen Signaturen eingetragen sind, 7. das topographische Meßtischblatt, in das außer den Formationsfarben die auf diese aufgetragenen Bezeichnungen der Bodenarten (Reißung, Strichelung, Ringelung und Punktierung) eingetragen sind. Dazu kommt für Landwirtschaftsschulen in beiden Fällen das topographische Meßtischblatt mit der Verteilung von Wald, Wiese und den verschiedenen Bodenklassen. Für die preußischen Landwirtschaftsschulen sind Nr. 2 und das letzgenannte Blatt im Auftrag des Landwirtschaftsministeriums hergestellt.

Literatur zur Einführung in die topographischen Spezialkarten:

Schneider, Einführung in die Benutzung der Meßtischblätter. Berlin, Vertrieb der Geol. Landesanstalt. 1 *M*

Oppermann, Einführung in die Kartenwerke der Kgl. Preuß. Landesaufnahme. 2. Aufl. Hannover, Meyer 1909. 1,25 *M*.

Berg, Geologie für Jedermann. Leipzig, Theod. Thomas 1912.

Berg, Geographisches Wanderbuch. Leipzig, Teubner 1914.

Literatur zur Einführung in die geologischen Karten:

Berg, Geologie für Jedermann. (Siehe oben.)

Keilhack, Einführung in das Verständnis der geologisch-agronomischen Spezialkarten des norddeutschen Tieflandes. Berlin, Geol. Landesanstalt. 4. Aufl. 1909. 2 *M*.

Globen.

Wie die physischen und politischen Erdgloben, so wertvoll sie als wirklich naturgetreue Abbilder der Erdgestalt an sich sind, im Schulunterricht wegen ihrer Kleinheit nur für die astronomische Erdkunde und ganz selten für den länderkundlichen Unterricht in Betracht kommen, so wird auch ein Globus mit geologischem Kolorit nur für das Studierzimmer willkommen sein. Deshalb ist Dames' geologischer Globus (Berlin, D. Reimer, 27 bis 42 *M*) für die Schulsammlung durchaus entbehrlich.

Bilder.

Gute Bilder müssen uns neben Karten und Beschreibungen die Kenntnis der geologischen Verhältnisse der außerheimischen Gegenden vermitteln. Doch auch die Heimat selbst soll in der Bildersammlung der Schule ausgiebig vertreten sein, denn man kann nicht immer draußen sein und wird oft im Unterricht ein heimatliches Bild zeigen müssen.

Wir scheiden die Bilder zweckmäßig in Wandbilder, Handbilder und Lichtbilder.

Wandbilder. Sammlungen geologischer usw. Wandbilder liegen nur einige vor:

Fraas, E., Die Naturerscheinungen der Erde. Als Einführung in die physische Geographie und allgemeine Geologie. 12 Tafeln in Farbendruck, 70 × 90 cm. Stuttgart, K. G. Lutz. Dazu ein erläuternder Text unter gleichem Titel (1907, 2,50 *M*). — Die Tafeln sind zusammengestellte Gemälde und behandeln Vulkanismus, fließendes Wasser, Eis, Wind und Korallenriffe.

Fraas, E., Die Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner. 7 Tafeln in Farbendruck, 95 × 125 cm. Stuttgart, K. G. Lutz. Dazu ein erläuternder Text unter gleichem Titel (1906, 1 *M*). — Die Tafeln enthalten rekonstruierte Landschaftsbilder der einzelnen Formationen mit Schichtenprofilen und Leitfossilien.

Haas, Wandtafeln für den Unterricht in der Geologie und physischen Geographie. 50 Tafeln, zum

Teil in Farbendruck, 45 × 61 cm. Kiel, Lipsius & Tischer. — Die Tafeln behandeln Vulkanismus, Krustenbewegungen, Verwitterung, Wind, fließendes Wasser und Eis; außerdem 18 Tafeln Profile.

Zittel und Haushofer, Geologische Landschaftsbilder. 8 Tafeln, 140 × 100 cm. Stuttgart, Schweizerbart. Mit Text. — 6 Tafeln enthalten rekonstruierte Landschaftsbilder geologischer Formationen, die beiden andren heiße Quellen und Geysirs.

Schmidt, Geologische Wandtafeln.

Von den wenigen übrigen geologischen Wandbildern seien erwähnt Woldermanns „Dresdens Naturerscheinungen" (Dresden, A. Müller-Fröbelhaus) und die Seite 508 genannten „Geologischen Bilder" von Henkler.

v. Zittel, Paläontologische Wandtafeln. 85 Tafeln, 140 × 100 cm. Mit Text. Stuttgart, Schweizerbart. I. Fossile Tiere. Von Pompeckj. 75 Tafeln. II. Fossile Pflanzen. Von Pompeckj und Salfeld. 10 Tafeln.

Keller und Andreae, Tiere der Vorwelt. 6 Tafeln in Farbendruck, 100 × 136 cm. Mit Text. 1901.

Potonié, Landschaft der Steinkohlenzeit. 170 × 120 cm. Berlin, Borntraeger. Mit Text.

Potonié und Gothan, Vegetationsbilder der Vor- und Jetztzeit. 5 Tafeln in Farbendruck, 92 × 128 cm. Mit Text. Eßlingen, Schreiber. 1907 f. — Tafel 2: Verlandungsvegetation; Tafel 3: Moorlandschaft der Steinkohlenzeit; Tafel 5: Vegetationsbild des mittleren Mesozoikums.

Weber, Zwei geologische Moorprofile mit ihrer ursprünglichen torfbildenden Vegetation. 2 Taf., Farbendruck.

Sauer, Petrographische Wandtafeln. Mikroskopische Strukturbilder wichtiger Gesteinstypen. 12 Tafeln, 75 × 100 cm. Mit Text. Stuttgartt, K. G. Lutz.

Brauns, Das Mineralreich. 80 Tafeln, 34 × 49 cm. Mit Text. Stuttgart, Fritz Lehmann 1903.

Schwarzmann, Kristalltafeln. 9 Tafeln, 70 × 96 cm. Mit Text.

Manche für uns wichtige Wandbilder sind in den Tafelwerken zur Technologie (Eschner, Schröder, Franke) und zur Vorgeschichte (Benndorf, Much, Raue) enthalten, viel mehr aber in denen zur Geographie. Von diesen sind sowohl die allgemeinen Sammlungen von Geistbeck-Engleder, Hölzel, Lehmann, Voigtländer usw. wie auch die landeskundlichen Sammlungen für Schlesien, Thüringen, Franken, Bayern, Baden, Kgr. Sachsen, Schwaben, Brandenburg, Schweiz, Österreich-Ungarn, Niederland, Rußland, Deutsche Kolonien usw. auf ihren geologischen Gehalt hin genau zu prüfen. In ähnlicher Weise sind in vielen Fällen die Wandbilder zur Biologie heranzuziehen. Sowohl die zoologischen als auch die botanischen Tafeln bieten manchen für uns brauchbaren Stoff, wie z. B. die oben genannten Bilder von Potonié-Gothan.

Was sonst in den Lehrmittelkatalogen von geologischen usw. Wandbildern angezeigt ist, ist zumeist mehr oder minder veraltet. Aber auch die oben genannten Werke sind durchaus nicht unbedingt zu loben und zum großen Teil schon älteren Datums. So enthält z. B. die Sammlung von Haas zum Teil vortreffliche Darstellungen, zum Teil aber auch völlig mißlungene Bilder. Jedenfalls hat hier der Lehrmittelmarkt längst noch nicht das erreicht, was jetzt auf den Gebieten der Zoologie und Botanik geleistet wird. Vielleicht empfehlen sich für die geologischen Objekte farbige Darstellungen mehr als schwarze; nur die Versteinerungen müßten in Schwarzdruck oder in leichten, einheitlichen Tönen gehalten sein. Die rekonstruierten Landschaftsbilder früherer Erdperioden müßten nicht eine ganze Formation auf einem Bilde vereinigen, sondern nur einheitliche Zeitabschnitte darstellen. Auf diese Weise erhält man lehrreiche Landschaftsbilder und biologische Darstellungen von Lebensgemeinschaften, wie z. B. Sandwüste zur Buntsandsteinzeit, Tierleben im kambrisch-silurischen Flachmeer, Tierleben im norddeutschen Devonmeer, Kalamitenwald, Tierleben im deutschen Muschelkalkmeer, Riesenlurch im Keupersumpfwald, Tierleben an einer pliozänen Therme. Auch zu Einzelbildern lassen sich geologische und paläontologische Themen zusammenarbeiten, z. B. Branchiosaurus-Gruppe, Angriff eines fleischfressenden Raubsauriers (*Dinosaurus allosaurus*) auf den pflanzenfressenden Iguanodon.

Handbilder. Neuere Sammlungen von Handbildern, die sog. Bilderatlanten, wie wir sie für die Erdkunde und die Biologie in größerer Zahl besitzen, fehlen für die Geologie ganz. Die älteren „Schulatlanten des Mineralreichs" von Schilling (mehrere Ausgaben), die vom pädagogischen Standpunkt aus manche treffliche Abbildung enthalten, sind veraltet; ebenso Arendts „Naturhistorischer Bilderatlas". Auch des trefflichen v. Schubert „Naturgeschichte des Mineralreichs" (Eßlingen, Schreiber; 4. Aufl. 15 M.), der auch die Geologie und Paläontologie behandelt, entspricht modernen Anschauungen nicht mehr. Deshalb kommen als Ersatz der Bilderatlanten einige der größeren Lehrbücher in Frage, nämlich:

Kayser, Lehrbuch der Geologie. 2 Bde. Stuttgart, Enke. I: 4. Aufl. 1912. II: 5. Aufl. 1912. 44 M. (Für Geologie und Paläontologie. Band II enthält 92 Versteinerungstafeln. — Hoffentlich entschließt sich der Verfasser dazu, diese 92 Tafeln auch für sich als Atlas herauszugeben!)

Fraas, E., Der Petrefaktensammler. (Siehe S. 491. — Enthält 72 Versteinerungstafeln.)

Tiere der Urwelt. In farbigen Kunstblättern. Zwei Serien zu je 30 Blatt. 27,5×20 cm. Selbstverlag der Kakao-Compagnie Theodor Reichardt, Hamburg-Wandsbek. (Man wende sich wegen Bezugs direkt an den Verlag.)

Sauer, Mineralkunde. Stuttgart, Franckh 1908. 13,60 M.

Brauns, Das Mineralreich. Stuttgart, Fritz Lehmann 1903. 50 M.

Die übrigen Tafelwerke behandeln nur ganz beschränkte Gebiete. Es sind:

Stille, Geologische Charakterbilder. Einzelne Hefte. Berlin, Borntraeger.

Döring, Geologische Bilder aus der Heimat. Dresden, A. Müller-Fröbelhaus. (Fünf farbige Photographien, 35×45 cm, je 7,50 M, von denen Nr. 1—4 die Geologie um Dresden behandeln.)

Langenhan, Versteinerungen der deutschen Trias. Liegnitz, Scholz 1903. (17 Tafeln.)

Walther, K., Zwölf Tafeln der verbreitetsten Fossilien aus dem Buntsandstein und Muschelkalk der Umgegend von Jena. Jena, Fischer 1906. 3 M.

Wanderer, Die wichtigsten Tierversteinerungen aus der Kreide des Königreichs Sachsen. Jena, Fischer 1909. 3 M. (12 Tafeln.)

Cohen, Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopischen Struktur von Mineralien und Gesteinen. Stuttgart 1884.

Stillich und Steubel, Eisenhütte. Leipzig, Voigtländer. 4 M.

Stillich und Gerke, Kohlenbergwerk. Ebd. 4 M.

Die große Ausgabe von Meyers „Konversationslexikon" (6. Aufl.) enthält zahlreiche treffliche Tafeln zur allgemeinen Geologie (13 Blatt), Formationskunde (13 Blatt), Mineralogie und Petrographie (9 Blatt), Bergbau und Hüttenkunde (26 Blatt). Für Schulzwecke kommen diese Tafeln leider kaum in Betracht, da sie in den 22 Bänden des Lexikons verstreut sind. Auch hier wäre es verdienstlich, wenn sich der Verlag dazu entschlösse, diese Tafeln zu einem Bilderatlas zu vereinigen.

Manche der Handbilder, z. B. die größeren von Brauns und Döring, eignen sich sehr wohl zur Benutzung im Klassenunterricht. Im ganzen wird freilich die Verwendung der Handbilder in der Schule beschränkt sein. Nur durch die Benutzung von Schaukästen (s. S. 491 u. 466) kann dieser Teil der Lehrmittelsammlung erfolgreich herangezogen werden. In diesem Fall muß allerdings eine sauber in Maschinenschrift hergestellte, knappe Erläuterung beigegeben sein.

Aber bei dem Fehlen von Bilderatlanten gerade für die Geologie möchten wir jedem Lehrer anraten, für die Schule eine Sammlung geologischer Handbilder anzulegen. Das kann mit den denkbar geringsten Ausgaben geleistet werden. Man braucht sich nicht auf die immerhin teuren Photographien zu beschränken. Gute Abzüge tun es auch. Die illustrierten Zeitschriften, von denen man ältere Jahrgänge aus dem „Lesezirkel" der Buchhandlungen billig erstehen kann, und die Ansichtspostkarten liefern oft recht gutes Material. Prospekte von Verlagsbuchhandlungen und der Historisch-Geographische Abreißkalender des Bibliographischen Instituts (Leipzig) bieten ebenfalls manches. Im allgemeinen sind freilich ausgesprochen geo-

logische Bilder noch selten, aber häufig haben Landschaftsbilder ein hohes geologisches Interesse. Die mit breitem Rand ausgeschnittenen Bilder kann man auf zweifache Weise ordnen: entweder nach Ländern und Landschaften oder sachlich (z. B. Gesteine, Fossilien, Höhlen, Erdbeben). In jedem Fall ist es zweckmäßig, sich einen Index anzufertigen. Wenn man also nach Ländern geordnet hat, so muß man den Index nach sachlichen Kategorien herstellen, und umgekehrt. Die Bilder werden in Mappen vom Format 35 × 25 cm aufbewahrt.

Besonders wichtig ist eine Sammlung heimatgeologischer Bilder, die die photographische Ausbeute der heimatlichen Beobachtungswanderungen enthält. Auf Photographien von natürlichen und künstlichen Aufschlüssen, von natürlichen Miniaturmodellen (vgl. darüber Seite 509) und von vergänglichen Erscheinungen sei dabei besonderer Wert gelegt.

Lichtbilder. Unentbehrlich für den Klassenunterricht wird das Handbild (die Photographie) erst dann, wenn es auf dem Wege über das Lichtbild zum Wandbild umgewandelt wird. Auch kleinere Schulen sind jetzt schon mit einem Lichtbildwerfer ausgerüstet, und es kann wohl vom Lehrer erwartet werden, daß er von den Negativen der heimatlichen photographischen Aufnahmen und auch nach sonstigen Vorlagen Lichtbilder für die Zwecke des Unterrichts herstellt. Die Herstellung wird gewöhnlich im Schulhaus selber erfolgen können, und während die physikalische Sammlung die Kamera geliefert hat, wird das chemische Laboratorium die Geräte und Chemikalien für den Negativ- und Positivprozeß liefern.

Für viele Zwecke wird man Lichtbilder käuflich erwerben müssen. Als Bezugsquellen für geologische Lichtbilder nennen wir folgende Firmen, deren genaue Adressen man im Anhang (S. 518) findet: Stoedtner, Krantz, Liesegang, Lechner, Borntraeger, Voigt und Hochgesang, Gesellschaft für Verbreitung von Volksbildung, Benziger, Wigand, Geologische Vereinigung, Koehler, Volckmar, Höpfel, Reinicke.

Von diesen Firmen lasse man sich die Kataloge kommen, aus denen man Lichtbilder zur allgemeinen Geologie, historischen Geologie, Paläontologie usw. auswählen kann. Auch von Dünnschliffen erwerbe man einige Lichtbilder, und die praktische Geologie (Bergbau usw.) berücksichtige man nicht zu gering. Schließlich sehe man auch die geographischen und biologischen Serien auf geologisch Brauchbares hin durch.

Manche Firmen verleihen auch Lichtbilder, so z. B. zu sehr billigem Preis die Gesellschaft für Verbreitung von Volksbildung; desgleichen viele Gebirgsvereine. Aber für Unterrichtszwecke wird dieses Auskunftsmittel wohl selten in Betracht kommen. Es muß daher meistens zum Kauf geschritten werden. Leider stehen nun die Lichtbilder zurzeit noch sehr hoch im Preise.

Beim Kauf wie bei der Selbstanfertigung von Lichtbildern achte man darauf, daß das Bild in wissenschaftlicher wie in pädagogischer Hinsicht einwandfrei ist. Die Etikettierung der Bilder muß ganz besonders sorgfältig erfolgen, jedenfalls viel sorgfältiger, als sie die meisten Händler liefern. Außerdem müssen die Bilder intensiv erläutert werden, etwa nach dem Muster der Erläuterungen, die die Geologische Vereinigung ihren Lichtbildern beigibt. Man vergleiche auch die Erläuterungen zu den Bildern von Stoedtner und Reinicke. Am zweckmäßigsten schreibt man die Erläuterung jedes Bildes auf einen besonderen Zettel (Folioformat; einseitig beschreiben!). An die Spitze der Erläuterung klebt man einen Abzug des Bildes. Die Zettel legt man in eine Mappe, die dann zugleich den Katalog der Lichtbildersammlung darstellt.

Über die Nutzbarmachung des Kinematographen für die Zwecke des geologischen Unterrichts läßt sich zur Zeit kaum etwas sagen, da man über das Verhältnis zwischen Rollfilm und Schule bisher noch nicht über die Vorstudien hinausgekommen ist. Allerdings liegen für die Biologie bereits einige höchst beachtenswerte Leistungen vor, und es ist wohl denkbar, daß

man auch manche geologischen Vorgänge (Erosion usw.) im Film mit Erfolg wird **vorführen** können, der technischen Seite der Geologie gar nicht zu gedenken.

Anhangsweise sei auf das Zeichnen im geologisch-mineralogischen Unterricht hingewiesen. Für die Zeichnungen des Lehrers an der Wandtafel (bunte Kreide!) geben die Schullehrbücher genügende Winke. Sind die Wandtafelzeichnungen dazu bestimmt, von dem Schüler **im Heft** nachgebildet zu werden, so möge man zwei methodische Werke zu Rate ziehen:

Lay, Schematische Zeichnungen zur Tier-, Menschen-, Pflanzen- und Mineralienkunde. 3. Aufl. **Leipzig**, Quelle u. Meyer 1909. 2,80 *M*.

Gürtler, Kindertümliche Faustskizzen für den naturkundlichen Unterricht in der Volksschule. **Leipzig**, Wunderlich 1909. 0,80 *M*.

Ganz besonders geeignet zu Wandtafelzeichnungen sind die Blockdiagramme (s. S. 501) und die Profile (s. S. 501).

Reliefs.

Die Reliefs teilen mit den Handbildern den didaktischen Mangel, daß immer nur eine geringe Zahl von Schülern das Objekt gleichzeitig betrachten kann. An sich sind Reliefs natürlich für den Unterricht von hoher Bedeutung und sehr wohl einer recht erfolgreichen Darbietung fähig. Doch hänge man Reliefs niemals an die Wand! Schon das topographische Relief ist für die Einführung in die heimatlichen Geländeformen und ins Kartenverständnis unentbehrlich, wenn es die Heimat darstellt und kein zurechtgemachtes Typenrelief ist. Solch Heimatrelief wird auch dem geologischen Unterricht gute Dienste leisten. Außerdem gibt es geographische Typenreliefs, wie Darstellungen eines Gletschers, eines Fjords, eines Vulkans.

Die eigentlichen geologischen Reliefs sind plastische Darstellungen der wirklichen Landoberfläche mit allen Wechselformen des Geländes, auf die die Farben der geologischen Karte eingetragen sind. Ihr hoher Wert liegt — besonders bei heimatgeologischen Reliefs — auf der Hand. Besonders zur Einführung in das Verständnis geologischer Karten sind sie mit großem Erfolg heranzuziehen. Man beachte jedoch, daß die Farben der geologischen Karte mit der Wirklichkeit überhaupt nicht übereinstimmen und daß deshalb geologische Reliefs nicht wohl als naturgetreue Abbilder der Landoberfläche bezeichnet werden können. Bei der Betrachtung eines geologischen Reliefs durch den Schüler tritt das Bewußtsein einer symbolischen Darstellung, wie er es bei der geologischen Karte jedesmal hat, vollständig zurück gegen die Empfindung der Wirklichkeit, und wie muß es das Schülerauge verwirren, wenn die grüne Farbe des Waldes in einer plastischen Landkarte plötzlich durch die violette Farbe des Buntsandsteins ersetzt ist. Deshalb soll man die Reliefnachbildung einer bestimmten Landschaft mit dem Kolorit der geologischen Spezialkarte für die Schule nicht etwa ablehnen, und durch die Beteiligung der Schüler an der Anfertigung der Reliefs ist viel gewonnen.

Die Herstellung der Reliefs erfolgt auf Grundlage des heimatlichen Meßtischblatts (s. S. 492), das ja die Isohypsen enthält. Zunächst baut man ein topographisches Relief der Heimat, sodann ein zweites mit geologischem Kolorit. Man kann natürlich auch mehrere Meßtischblätter derartig bearbeiten. Je größer der Maßstab ist, um so besser ist die Anschaulichkeit. Daher sind kleine heimatliche Reliefs in 1:10000 recht lehrreich. In diesen Fällen muß man eine gleich große Plankarte desselben Maßstabes dazu zeichnen; denn zu jedem Relief gehört eine entsprechende Karte. Reliefs der ganzen heimatlichen Landschaft, topographische wie geologische, entwirft man auf Grundlage der Blätter der Reichskarte in den Ausgaben A und B, denn in der Ausgabe C fehlen die Isohypsen. Stets beteilige man die Schüler an den Reliefarbeiten; denn gerade diese Übungen bereiten ihnen helle Freude. Genaue Anweisung zur Herstellung von Reliefs findet man z. B. in:

Lehmann, R., Vorlesungen über Hilfsmittel und Methode des geograph. Unterrichts. Halle a. S., Tausch u. Große. I. Band, 1891, S. 53f.

Wiedemann, Wert, Notwendigkeit und Herstellung von Reliefkarten. Gera 1893.

Wiget, Der kleine Reliefarbeiter. Zürich 1881.

Berg, Geologie für Jedermann. Leipzig, Thomas 1912, S. 31f. (Besonders S. 37—39.)

Berg, Geographisches Wanderbuch. S. Seite 494.

Als Bezugsquelle für topographische und geologische Reliefs nennen wir Reimer, Wurster u. Co. und Krantz. Man sehe die Kataloge ein. Auf die sog. terminologischen Reliefs, d. h. die zum Verständnis der geographischen Termini hergestellten, verzichte man lieber.

Modelle.

Auf Modelle wird man zur Belebung des Unterrichtes stets dann zurückgreifen müssen, wenn die unmittelbare Anschauung in der Natur nicht zu ermöglichen ist und wenn überdies das plane Bild nicht genügt, um das Objekt in vollständiger Klarheit vorzustellen. In diesem Sinne gehören also die eben erwähnten Reliefs bereits zu den Modellen.

Der eigentliche geologische Unterricht wird zu Modellen besonders dann greifen, wenn damit experimentell der Ablauf der Krustenbewegungen dargestellt werden soll oder wenn natürliche Miniaturmodelle (Seite 509) künstlich nachgebildet werden sollen. Vgl. darüber Seite 515.

Eine sehr wichtige Rolle spielen die Modelle in der Paläontologie. Deshalb sei auf die plastischen Nachbildungen vorweltlicher Tiere in Rekonstruktionen ganz besonders hingewiesen. Von Fossilrekonstruktionen liegen bisher drei Sammlungen vor:

1. Tiere der Vorwelt in rekonstruierten Modellen. Aus hartgebrannter Terrakotta, einfarbig grau schattiert. Wien, Pichlers W. u. S. 16 Modelle im Preise von 7,50 bis 12,50 *M*. Für Schulzwecke sei eine Auswahl empfohlen, etwa Stegosaurus, Iguanodon, Archäopteryx, Megatherium und Mammut.

2. Dürfelds Tiere der Umwelt in plastischen Nachbildungen. Aus Papiermaché. 20 Modelle im Preise von 8 bis 10 *M*. Für Schulzwecke kommen besonders in Betracht: Archäopteryx, Pterodaktylus, Plesiosaurus, Ichthyosaurus, Iguanodon, Mastodon, *Cervus megaceros, Rhinoceros tichorhinus* und Mammut.

3. Dr. F. Königs Fossilrekonstruktionen. Plastische Modelle vorweltlicher Wirbeltiere im Maßstab 1:10. In dieser Sammlung ist den Schulen ein unvergleichlich schönes Lehrmittel geboten worden, das die beiden vorgenannten Sammlungen weit übertrifft und in keiner Schule fehlen sollte. Man vergleiche das treffliche Erläuterungsheft: Dr. F. König, „Fossilrekonstruktionen. Mit Begleitworten von Prof. O. Abel, Prof. E. Fraas, Prof. Max Schlosser." (München, Dultz u. Co. Mit 10 Kunstdrucktafeln. 2,50 *M*.) In diesem Heft gibt der Verfasser, wissenschaftlicher Geolog und ausübender Künstler zugleich, außer einer Beschreibung der einzelnen Modelle u. a. auch eine Anleitung zu ihrer Behandlung im Unterricht.

Für den Unterricht in der Mineralogie sind Edelsteinmodelle und Sammlungen künstlicher Edelsteine und Halbedelsteine auf den Lehrmittelmarkt gebracht. Für den kristallographischen Unterricht im besonderen gibt es Sammlungen von Kristallmodellen aus Holz, Glas und Pappe. Ein besonderer Apparat zur Darstellung der Grundformen aller sechs Kristallsysteme an einem einzigen Modell ist Nestlers Achsenkreuz.

Gewiß sind diese käuflichen Kristallmodelle unterrichtlich gut zu gebrauchen. Besonders die Glaskristallmodelle (von Langhans) sind recht instruktiv, da sie schwarze Leinwandkanten, farbige Achsen und nötigenfalls noch Hilfslinien aus farbigen Fäden oder Hilfsformen aus Pappe enthalten. Aber bei der geringen Bedeutung der Kristallographie für den Unterricht möchten wir lieber vorschlagen, die Kristallmodelle, und zwar nur die wichtigsten, von den Schülern aus blauer oder grauer, nicht zu starker Pappe selbst herstellen zu lassen. Gerade in dieser Übung liegt ein hoher didaktischer Gewinn, den sich kein Lehrer entgehen lassen sollte. Die besten der von den Schülern angefertigten Modelle werden dann der Schulsammlung einverleibt. Das Modellkleben wird natürlich in jedem neuen Zötus wiederholt. Es gibt zum Anfertigen von Kristallmodellen sog. Kristallformennetze oder Kristallnetze, wie die von

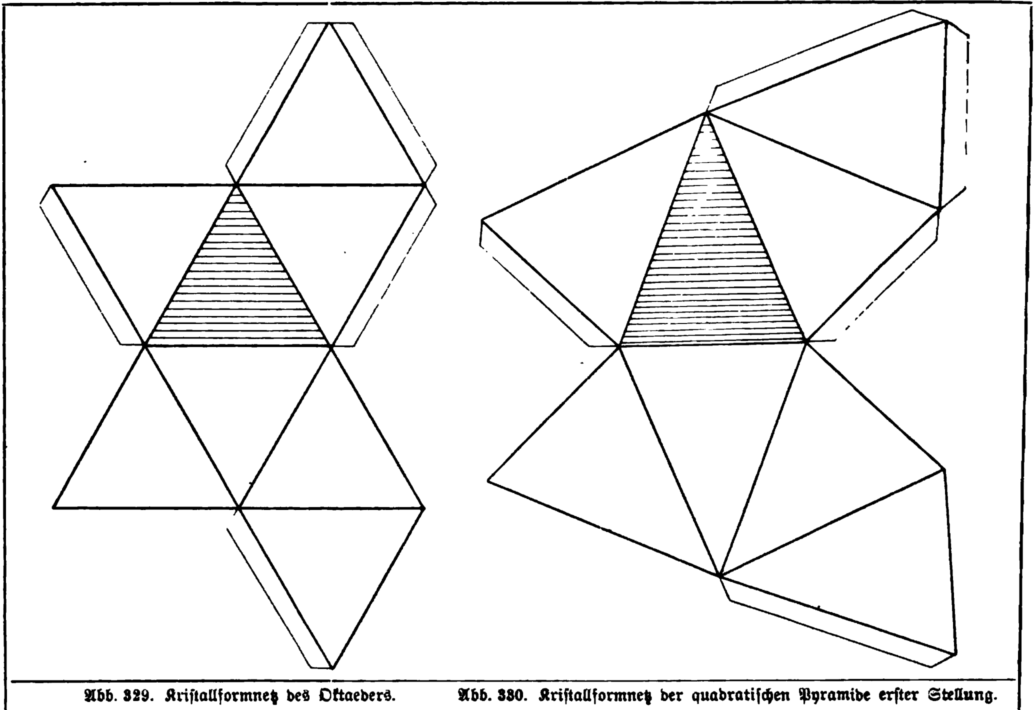


Abb. 329. Kristallformnetz des Oktaeders. Abb. 330. Kristallformnetz der quadratischen Pyramide erster Stellung.

Kenngott und von Wünsche. Auch liegen manchen Lehrbüchern der Mineralogie, z. B. dem von Kraß und Landois, solche Kristallformennetze bei. Aber auch von der Verwendung dieses Hilfsmittels im Unterricht möchten wir abraten. Es ist viel besser, wenn man den Schüler die Netze selber entwerfen läßt, als wenn die Netze mechanisch durchgepaust werden. Der Schüler kann dabei hübsche Proben seines Scharfsinns geben, besonders auch bei der Überlegung, an welchen Stellen die Klebestreifen stehen bleiben müssen. Die beiden Abb. 329 und 330, die die Kristallformennetze des Oktaeders und der quadratischen Pyramide erster Stellung wiedergeben, mögen als Beispiele derartiger zeichnerischer Entwürfe dienen. Das fertig geklebte Pappmodell wird dann auf einem Holzklötzchen oder einem großen Korken nach Anweisung von Abb. 331 montiert. Hindurchgezogene Eisendrähte oder Stricknadeln, die etwas aus dem Modell herausragen, veranschaulichen dabei die Achsen. Will man noch einen Schritt weitergehen, so kann man außerdem von den Schülern noch Kristallmodelle aus Draht, etwa nach Maßgabe von Abb. 332, herstellen lassen.

Profilzeichnungen.

Geologische Profile oder Durchschnitte stellen die Lagerung der Gesteinsschichten in der Tiefe dar. Sie sind also die wichtigste Ergänzung der geologischen Karten, die die oberflächliche Ausbreitung der Schichten angeben. Im Unterricht werden sie mit Erfolg in der Form der Wandtafelzeichnung verwendet, wo sie immer farbig angelegt werden sollten. Vorlagen findet der Lehrer in Vielzahl in den Lehrbüchern. Es wird meistens nicht nötig sein, daß der Lehrer für die Schule große farbige Wandprofile in Handzeichnung ausführt. Die Zeichnungen an der Wandtafel werden genügen. Höchstens sollen verwickelte Lagerungsverhältnisse, wie etwa der Deckenbau der Alpen, auf diese Weise dauernd festgelegt werden. Anders liegen die Dinge in bezug auf die Heimatgeologie. Die hier in Betracht kommenden Profile müssen in möglichst großen farbigen Blättern in der Schule vorhanden sein. Eine

erhöhte Bedeutung für die unterrichtliche Betrachtung gewinnen die Profile in Verbindung mit den Blockdiagrammen (s. unten).

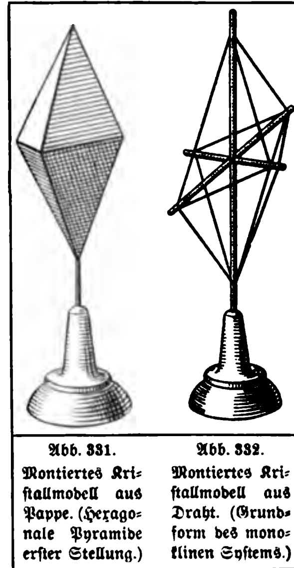


Abb. 331. Montiertes Kristallmodell aus Pappe. (Hexagonale Pyramide erster Stellung.)

Abb. 332. Montiertes Kristallmodell aus Draht. (Grundform des monoklinen Systems.)

Im Handel sind nur folgende geologische Wandprofile:

Rumm, Geologisch-geographische Profile von Württemberg. Für den Schulgebrauch entworfen. 6 farbige Tafeln, 100 × 83 cm. Stuttgart, Schweizerbart 1908. 24 *M.* Mit Erläuterungen.

Etzold und Wittig, Geologischer Querschnitt durch Sachsen vom Südabhange des Erzgebirges bis Leipzig. 260 × 75 cm. 6 *M*, aufgezogen 18 *M.*

Zache. Siehe Seite 506.

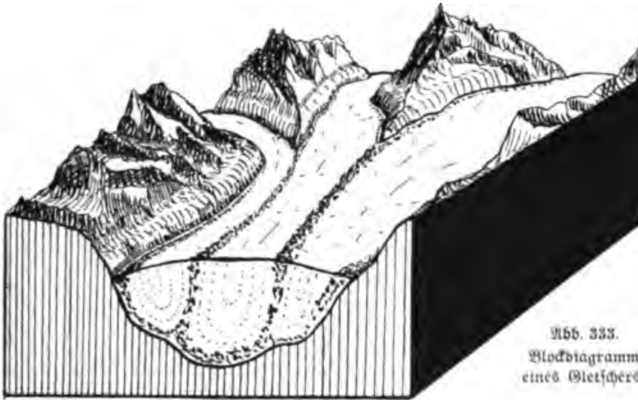
Haas. Von dessen Seite 494 genannten Wandtafeln sind 19 Stück Profile.

Die beste Vorübung für das Verständnis der schematischen Profile liegt wiederum in den Geländeübungen (s. Seite 509 f.), wobei man dem Abzeichnen natürlicher Profile in Kiesgruben, Steinbrüchen usw. das Entwerfen konstruierter Profile durch größere Teile der heimatlichen Landschaft folgen läßt. Immer wieder betone man in allen Fällen das Wesen der Überhöhung, die man durch Vergleichszeichnungen klar macht, auf denen dasselbe Profil ohne Überhöhung und mit verschiedenen Überhöhungsgraden dargestellt ist. Gerade für Stratigraphie und Tektonik kommen durch die Überhöhung ganz falsche Vorstellungen zustande. Deshalb sollte man hier öfters Linggs „Erdprofil der Zone von 31° bis 65° nördlicher Breite" heranziehen, das im geographischen Unterricht soviel Nutzen stiftet. Von diesem Profil (München, Piloty & Loehle) ist auch eine kleine Ausgabe als „Profil durch Deutschland und die Alpen" erschienen. In der Schulsammlung sollten beide Ausgaben vorhanden sein.

Diagramme.

Recht lehrreich sind die verschiedenen Arten von Diagrammen (graphischen Darstellungen), die nach vorhandenen Vorlagen oder nach eignen Entwürfen selbst als große Wandtafeln farbig hergestellt werden müssen. Über Sinn und Konstruktion der Diagramme braucht ja nichts gesagt zu werden. Immerhin empfiehlt sich eine Orientierung darüber etwa an der Hand des Konversationslexikons (Artikel: „Diagramm", „Graphische Darstellung", „Statistische Darstellung"). Man vergleiche auch Wiedhan, „Geologische Tafeln für Sammler, Schule und Haus", die nach den Lehrbüchern von Credner, Potonié usw. zusammengestellt sind (Hannover, Hahn 1907, 6 *M*).

Eine besonders empfehlenswerte Art von Diagrammen sind die Blockdiagramme (Stereogramme, Vogelschauansichten), deren Verwendung im Schulunterricht zuerst vom Verfasser dieses Kapitels vorgeschlagen wurde. Auf die Blockdiagramme sei nachdrücklichst hingewiesen, da sie für die Darstellung geologischer und geographischer Verhältnisse wie geschaffen sind. Sie bilden eine äußerst wichtige Stütze des Lehrverfahrens. Welcher Art diese zeichnerischen Darstellungen sind, die man als „Blockdiagramme" bezeichnet, mögen die beigegebenen Skizzen erläutern (Abb. 333—336 u. 338). Ein einziger Blick wird den Wert dieser graphischen Hilfsmittel dartun und wird auch wohl erkennen lassen, daß wir in ihnen eine gute Ergänzung der in der Schule üblichen Anschauungsmittel besitzen. Sicherlich sind die Blockdiagramme leichter zu verstehen als eine gewöhnliche Kartenskizze in Horizontalprojektion, in deren Verständnis ja die Schüler nur sehr allmählich eindringen. Daß sie auch den gewöhnlichen Profilen vorzuziehen sind, ergibt sich schon aus der Tatsache, daß für den Geographen die Profile von allen graphischen Darstellungen von geringstem Werte sind. Hat es doch der Geograph mit Ober-


Abb. 333. Blockdiagramm eines Gletschers.

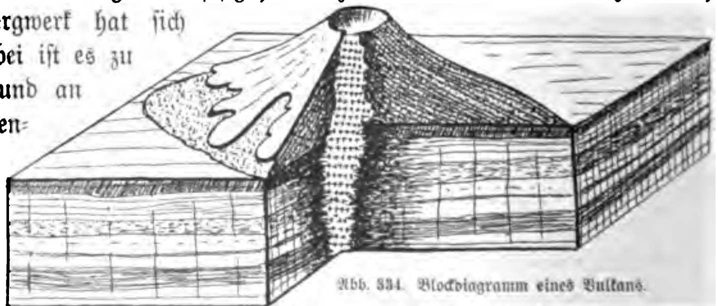
flächen, nicht aber mit Linien zu tun. Wenn man aber ein Profil braucht, so findet man dieses an den Seiten des Diagramms und genießt dabei des Vorteils, daß man außer dem Profil gleich die anschließende Oberfläche betrachten kann.

Vorlagen zu solchen **Blockdiagrammen** findet man in den **Lehrbüchern** von Reyer (Theoretische Geologie, Stuttgart 1888), Martonne (Traité de géographie physique, 1909), Davis-Braun (Grundzüge der Physiogeographie; Leipzig, Teubner 1911), Davis-Rühl (Die erklärende Beschreibung der Landformen; ebd. 1912), Davis-Oestreich (Praktische Übungen in physischer Geographie; ebd. 1914), Berg (Geologie für Jedermann; Leipzig, Theod. Thomas 1912). Nicht alle dieser Vorlagen eignen sich für Schulzwecke. Aber der Lehrer wird das Passende schon erkennen und dann Neues selbst entwerfen können.

Die Blockdiagramme dienen also zur Einführung in das Verständnis der Geländeformen sowohl hinsichtlich ihrer topographischen als auch ihrer geologischen Charakteristik. Sie sind um so lehrreicher, je geschickter der Zeichner sie vereinfacht, indem er alle unwesentlichen Einzelheiten und alle Wiederholungen ähnlicher Erscheinungen unterdrückt. Sie sollen ohne viele Umstände so einfach wie möglich gezeichnet werden und können von jedem beliebigen Standpunkt aus entworfen werden.

Nur ein Einwurf könnte gegen ihre Verwendung im Unterricht erhoben werden, daß nämlich zu ihrer Herstellung ein gewisses zeichnerisches Geschick nötig ist, das den Lehrern vielleicht öfter abgeht. In Wirklichkeit ist die nötige Übung bald zu erlangen. Wir empfehlen, zuerst solche Blockdiagramme nach guten Vorbildern einfacher Art (siehe die Abbildungen und die angegebene Literatur) an der Wandtafel mit Kreide zu entwerfen. Zuerst zeichne man den vollen Block; dann spare man die überflüssigen Stellen aus, indem man sich des Schwammes bedient; endlich setze man die nötigen Erhebungen auf. Die Verwendung farbiger Kreide kann hierbei nicht genug empfohlen werden.

Handelt es sich um Folgeformen erdgeschichtlicher Vorgänge, so leisten mehrere Blockdiagramme treffliche Dienste. Als Beispiel dienen die Abb. 335 und 336, die die Faltung horizontaler Schichten verdeutlichen. Was der Schüler am Experiment wahrnimmt, was er draußen in der freien Natur beobachtet: alles das selbständig im Blockdiagramm festzulegen, ist ihm eine helle Freude. Schließlich wird kein natürliches Miniaturmodell (s. Seite 509 f.) davor sicher sein, in einem Blockdiagramm festgehalten zu werden. Über einem zu Bruch gegangenen Braunkohlenbergwerk hat sich das Erdreich gesenkt. Dabei ist es zu Zerreißungen gekommen, und an den Spalten sind Grabenbrüche aufgetreten. Ein solcher Miniaturgraben (Abb. 337) wird leicht in einem Blockdiagramm (Abb. 338) festgehalten.


Abb. 334. Blockdiagramm eines Vulkans.

Man vergleiche nur einmal die in den Schulbüchern bisher übliche Profilzeichnung einer Grabenverwerfung mit dem in Abb. 338 wiedergegebenen Blockdiagramm, und man wird sich ohne weiteres für das letztere entscheiden.

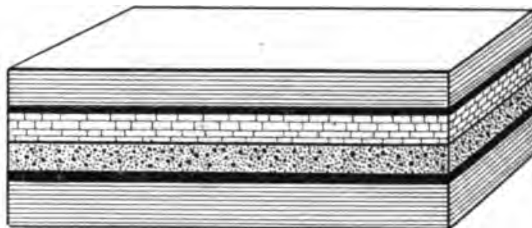


Abb. 335. Blockdiagramm: Wagerechte Gesteinsschichten.

Ähnliches sucht ein neues geologisches Wandtafelwerk zu erreichen, nämlich Henklers „Geologische Bilder mit angehängten Profilen". Diese Tafeln bringen die geologische Karte und angehängt die dazu gehörigen Profile, die sich rechtwinklig herunterklappen lassen. Es liegt also hier die Methode des Blockdiagramms vor. Leider haftet den Tafeln aber ein großer Mangel an; das Kartenbild ist plan und vermittelt uns nicht die Vorstellung der Körperlichkeit. Vielleicht empfiehlt es sich, große Blockdiagramme als farbige Wandbilder auf den Markt zu bringen, besonders für verwickeltere Verhältnisse. Es imponiert den Schülern aber unendlich mehr, wenn der Lehrer das Blockdiagramm vor ihren sichtlichen Augen an der Wandtafel entstehen läßt, — und alles ist erreicht, wenn die Schüler dieser Kunst auch teilhaftig werden. Auch hier gilt eben die didaktische Forderung, alles entwickelnd darzustellen und vor der Klasse entstehen zu lassen. Eine bescheidene Wandtafelzeichnung wirkt allemal mehr als das Wandbild aus Künstlerhand. Wo es also nur angeht, soll der Lehrer selber zeichnen!

Zu den Diagrammen gehören auch die Tabellen, über die das zitierte Werk von Wiedhan zu vergleichen ist. So konstruiere man z. B. mit den Schülern sog. Organisationstypentafeln, indem man von Pflanzen- und Tierfamilien das Auftreten, die Verbreitung durch die geologischen Zeitalter und das schließliche Verschwinden graphisch darstellt.

In jedem Klassenzimmer oder doch im biologischen Unterrichtsraume sollte eine recht große Tabelle der geologischen Formationen aufgehängt sein, damit die Schüler sich die Namen für die verschiedenen Zeitalter der Erdgeschichte einprägen. Als Muster diene vielleicht die in der zitierten „Geologie für Jedermann" (S. 73—75) abgedruckte Formationstabelle. Daß man mit den ältesten Formationen stets unten beginnt, sei nebenbei bemerkt.

Für die Heimatgeologie tritt ergänzend eine Tabelle zur geologischen Heimatkunde hinzu. Als Vorübung dazu hat der Lehrer im Anschluß an die Lehrausflüge mit den Schülern drei kleine Tabellen angelegt. In der ersten Tabelle sind alle heimatlichen Aufschlüsse im Felsboden und im Lockerboden verzeichnet; die zweite enthält die wichtigsten Fels- und Lockerböden; in der dritten stehen die landwirtschaftlich wichtigen und die technisch ausgenützten Gesteine. — Für die große Wandtafel der in der Heimat vorhandenen geologischen Formationen dient die eben genannte allgemeine Formationstabelle als Grundlage. Bei jedem einzelnen Formationsglied bzw. bei jeder Stufe und Zone tragen wir dabei — in übersichtlicher Tabellenform, von links nach rechts, — folgende Werte ein:

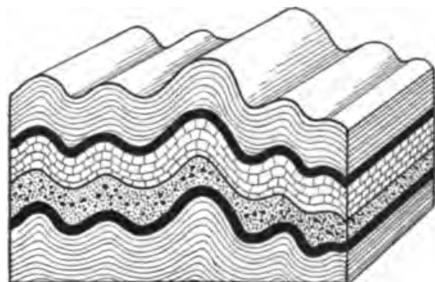


Abb. 336. Blockdiagramm: Gefaltete Gesteinsschichten.

1. Ob anstehend, nur erbohrt oder nur vermutet.
2. Die wichtigsten natürlichen Aufschlüsse.
3. Die wichtigsten künstlichen Aufschlüsse, vielleicht auch die zeitweilig offenen.
4. Tiefbohrlöcher.
5. Vorkommende Gesteine.
   a) Schichtgesteine. (Dabei Angabe, ob Land-, Süßwasser-, Strand- oder Meeresbildung; Gesteinsarten; Verwitterungsdecke.)
   b) Erstarrungsgesteine. (Tiefen-, Gang- und Ergußgesteine.)



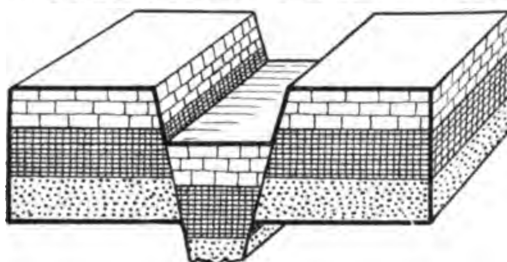


Abb. 337 u. 338. Verbindung von natürlichem Miniaturmodell und Blockdiagramm: Ein Graben (Grabenverwerfung).

c) Kristalline Schiefer.
6. Besondere Merkmale der Gesteine: Beobachtungen über Schichtung, Schichtenstörungen (Werte für Streichen und Fallen), Klüftung und Schieferung, Verwitterung, Wellenfurchen usw.
7. Vorhandene Fossilien aus dem Tierreich mit den wichtigsten Fundorten.
8. Vorhandene Fossilien aus dem Pflanzenreich mit den wichtigsten Fundorten.
9. Landwirtschaftliche Bedeutung der Gesteine. (Vgl. Nr. 5.)
10. Technisch wichtige Gesteine und Anlage zu ihrer Gewinnung (Schächte, Steinbrüche, Gruben usw.) und Verarbeitung (Hüttenwerke, Porzellanfabriken usw.).
11. Oberflächenformen.
12. Gesamtmächtigkeit der Schicht (geringste, größte und mittlere Mächtigkeit).
13. Abkürzung auf der geologischen Karte.
14. Farbe auf der geologischen Karte.

Die Tabelle darf natürlich keine Lücke aufweisen. Deshalb sind bei allen in der Heimat fehlenden Formationsgliedern usw. die nächsten Fundstellen der Nachbarschaft anzugeben. Bei diesen Abteilungen wären nur die Rubriken 1, 4, 5, 7, 8, 13, 14 auszufüllen.

Endlich sei noch für Schülerübungen auf die sog. Umrißkarten hingewiesen. Diese Karten sind einfachste Situationskarten, die außer dem Gradnetz nur die Flüsse und eventuell die Gebirge — alles in einer Farbe — enthalten. Sie eignen sich vorzüglich zum Eintragen von Einzelerscheinungen, wie die Verbreitung einer bestimmten Formation oder eines bestimmten Gesteins. Man lasse sich von den Verlagshandlungen (J. Perthes, Wagner & Debes, Hölzel, Reimer, Straube, Chun, Artaria & Co., G. Freytag & Berndt) die Prospekte schicken.

Gesteinsaufbaue im Zimmer und geologische Freiluftanlagen.

Denkmäler und Denksteine, zu denen gewöhnlich besonders schöne Gesteinsarten verwendet werden, können mit Erfolg zur Belebung des geologischen Unterrichts herangezogen werden. Auch ist der Besuch einer Steinmetzenwerkstatt und die Betrachtung der Grabsteine auf dem Friedhof auf jeder Klassenstufe lohnend auszunutzen.

Im Glazialgebiet Norddeutschlands findet man trotz des allein herrschenden Lockerbodens fast noch mehr Interesse für „Steine“ als im felsigen Mittelgebirgsland, nicht zum wenigsten aus dem Grunde, weil man das gering achtet, was man in Fülle besitzt. In Norddeutschland wird jeder größere Erratiker zu einer Art Heiligtum, und im Waldesschatten wie auf sonnendurchglühter Heide wird er sorgsam gehütet. So bedeutet der Besuch der Markgrafensteine bei Fürstenwalde und der des Torell-Steins bei Rüdersdorf für die Schulkinder Großberlins eine geologische Pilgerfahrt; und wie sinnig berührt den Schüler der Hinweis, daß der Ge-

denkstein für den Schwedenkönig Gustav Adolf auf der Wahlstatt bei Lützen ein schwedischer Granit sein mußte, den man obendrein an Ort und Stelle fand. Von den eigenartigen Nagelsteinen der sächsischen und thüringischen Ebenen gar nicht zu reden! Die öffentlichen Anlagen der norddeutschen Städte erhalten einen unvergleichlich schönen Schmuck durch die Erratikergruppen, die nirgends schöner sind als in der Umgebung der Saalestadt Kalbe (Abb. 339). Eine solcher Erratikergruppen hat man an einer Stelle absichtsvoll zur öffentlichen Belehrung errichtet, nämlich im Greifswalder Stadtpark. Hier sind gegen 50 besonders charakteristischer Diluvialgeschiebe, mit Namen versehen, aufgestellt, und zwei unter Glas und Rahmen befindliche Erläuterungstafeln und Karten ihrer Transportwege bieten die nötige Orientierung. Derartiges läßt sich mit wenig Mühe und geringen Kosten für jede Schule leisten, wo man die Blöcke im Rasensaum des Schulhofs aufstellen oder sie mit dem Schulgarten (Abteilung für Alpenpflanzen!) verbinden kann.



Abb. 339. Geologische Freiluftanlage: Eine der Erratikergruppen von Kalbe a. S.

Geologische Freiluftanlagen allgemeiner Art, wie wir sie in manchen Museumshöfen finden, lassen sich ebenfalls für die Zwecke der Schule nutzbar machen. Da können Proben der wichtigsten Gesteine in großen Blöcken im Schulhof aufgestellt werden. Außer Erratikern mit der charakteristischen Form der „Geschiebe" und mit Kritzen („Scheuersteine") finden hier Porphyr und Basalt in säuliger Absonderung, Windkanter (dabei ein Pfeil, der die Hauptwindrichtung andeutet), blatternarbige Knollensteine mit „Wüstenlack", verkieselte Baumstämme usw. ihren Platz. Eine Anlage freilich, wie das einzige Relief von Tirol im Garten des Innsbrucker Pädagogiums, das aus Originalgesteinen hergestellt ist, wird sich kaum eine zweite Unterrichtsanstalt leisten können. Nur in Guatemala ist etwas ähnliches vorhanden.

Als Ersatz dafür können größere Schulen vielleicht mit Hilfe wohlgesinnter Gönner sich ein gemauertes Profil aus natürlichen Gesteinen (Abb. 340) errichten. Freilich wird der wissenschaftliche Wert solcher Profile von vielen Seiten in Zweifel gezogen. Mit Recht wird betont, daß die unterirdische Verbreitung der Formationen und besonders die der tieferen Lagen mehr oder weniger hypothetisch bleibt, sofern nicht zahlreiche wissenschaftlich kontrollierte Bohrungen oder Schachtanlagen vorhanden sind. Auch ihr pädagogischer Wert wird häufig bestritten. Aber das steht fest: die gemauerten Profile sind stets wirksamer als die Profilzeichnungen, schon aus dem Grunde, weil die mehr oder minder willkürlich gewählten Farben



Abb. 340. Teilansicht des gemauerten geologischen Profils in Halle a. S.

des gezeichneten Profils nun durch Musterstücke der Gesteine selbst ersetzt werden. Doch sollen gemauerte Profile stets durch bunte Zeichnungen größten Formates erläutert werden. Vor allem ist zu beachten, daß nur solche Profile statthaft sind, die die Stratigraphie und Geotektonik einer bestimmten, möglichst kleinen Landschaft, eben der Heimat, veranschaulichen sollen. Die Darstellung eines „idealen Durchschnitts durch ganz Deutschland" oder gar „durch die ganze Erdkruste", wie sie sich in vielen Unterrichtswerken (als Zeichnung also) in der Tat finden, ist durchaus abzulehnen.

Von solchen gemauerten geologischen Profilen sind bereits folgende vorhanden:

Breslau: Profil der schlesischen Steinkohlenformation.

Halle a. S.: Profil durch Mittel- und zum Teil Norddeutschland. (Abb. 340.)

Berlin: Profil durch Deutschland. (Als Schul-Wandprofil herausgegeben: Zache, „Tafel der Geologiewand im Humboldthain zu Berlin"; 71,5×197 cm, Farbendruck; Berlin, P. Stankiewicz. 10 M. — Dazu für die Hand der Schüler eine „Kleine Tafel zur Erläuterung der Geologiewand im Humboldthain"; ebd. 1909; 0,10 M. — Dieses Lehrmittel möchten wir trotz der umfassenden Darstellung den Schulen, besonders denen Großberlins, empfehlen.)

Gera: Profil durch die Umgebung von Gera.

Hirschberg: Profil durch das Riesengebirge.

Erlangen: Gesteinsaufbau des Frankenjura mit begehbarer Tropfsteinhöhle.

Gotha: Zwei Profile durch den Thüringerwald.

Halberstadt: Profil durch die Halberstädter Mulde.

Magdeburg: Profil durch die Umgebung von Magdeburg.

Rottweil: Großer Gesteinsaufbau.

Kyffhäusergebirge: (Geplant.)

Zwickau: (Geplant.)

Jena: Profil durch das Saaletal bei Jena vom Mittelbuntsandstein bis zum Obermuschelkalk. (Geplant.)

Von diesen Profilen sind die von Berlin, Gera, Gotha und Halberstadt speziell für die

Zwecke der Schule aufgeführt. Wegen der Herstellung solcher Profile vergleiche man die unten zitierte, demnächst erscheinende Gesamtdarstellung.

Kann man die genannten, einseitigen geologischen Profile auch als „geologische Wände" bezeichnen, so sind die gemauerten geologischen Pyramiden (Abb. 341) als freistehende Profile zu bezeichnen. Solcher Pyramiden sind vier vorhanden:

Crailsheim: Pyramide der schwäbischen Trias.

Lichtenstein: Pyramide der schwäbischen Juraformation.

Oberndorf am Neckar: Drei Pyramiden durch Schwarzwald, Muschelkalk des „Gäu" und Schwabenalb.

Heilbronn: Pyramide durch die Schichten bei Heilbronn vom Oberbuntsandstein bis zum Unterlias (Abb. 341).

Von diesen Pyramiden dient die zu Heilbronn zunächst den Zwecken der Schule.

Auch im Zimmer lassen sich solche Gesteinsaufbaue herrichten. Das bedeutendste in dieser Beziehung ist das große gemauerte geologische Profil durch das Rheinische Schiefergebirge im Städtischen Museum für Handel und Industrie zu Köln. Ein kleineres Profil aus natürlichen Gesteinen befindet sich im Museum zu Schwäbisch-Gmünd; es stellt die Juraformation dar. Diese Profile haben den Vorzug, daß sie im geschlossenen Raum vor den Schäden der Verwitterung geschützt sind, die sich bei den älteren Freiluftprofilen zu Breslau und Berlin bereits empfindlich geltend machen. Die Herstellung solcher Profile erfolgt nach den weiter unten gegebenen Anweisungen für die Glasröhrenprofile. Man braucht sich dabei nicht auf ein Gesamtprofil der Heimat zu beschränken. Eine Kiesgrube mit besonders abwechslungsreicher Schichtung, ein Braunkohlentagebau, ein Tiefbau, alles das kann in lehrreichen kleineren Profilen aus natürlichem Gestein dargestellt werden. Handelt es sich dabei um Schichten lockerer Gesteine, so legt man zwischen die einzelnen Schichten Streifen geölter, grauer Pappe. Das Ganze wird in einem 5—8 cm tiefen Holzkasten montiert und dann mit einer Glasscheibe bedeckt. Stellt dabei die Oberkante des Kastens zugleich die Erdoberfläche dar, so ist diese den natürlichen Formen nachzubilden. Ein derartiges Lehrmittel ist übrigens im Handel zu haben als „Idealer Durchschnitt der Erdrinde", aus natürlichen Gesteinen, Fossilien, Erzen und Salzen; 80 × 36 × 3 cm; 80 *M*. Wir möchten statt dieses Lehrmittels, das die ganze Erdkruste darstellt, lieber eine Darstellung der Heimat vorschlagen. Einen billigen Ersatz für das gemauerte Profil können sich alle Schulen (im Anschluß an die auf Seite 489 f. genannte Heimatssammlung) verschaffen, indem sie eine sehr große farbige Profilzeichnung der heimatlichen Landschaft (s. S. 501) aufhängen. Unmittelbar darunter liegt eine Sammlung von Handstücken zu allen in der Zeichnung vorhandenen



Abb. 341. Die geologische Pyramide in Heilbronn.

Gesteinen und eine knappe Erläuterung. Daß neben dem Profil die geologische Karte der Heimat hängen muß, ist selbstverständlich.

Mit diesem Lehrmittel erreicht man dasselbe für die Heimat, was A. Geistbecks „Bodenkarten in natürlichen Gesteinen" für die größeren deutschen Landschaften leisten wollen. Hier liegen in einem Holzkasten von 52 × 48 cm Größe 35 charakteristische Gesteinshandstücke; auf der Innenseite des Deckels ist eine Kartenskizze der betreffenden Gegend befestigt. Zunächst sind folgende Landschaften in dieser Reihe vorhanden: Nordwestdeutschland, Nordostdeutschland, Rheinisches Schiefergebirge, östl. Süddeutschland, westl. Süddeutschland. Der hohe Preis jeder Karte (43 ℳ) wird einer allgemeinen Verbreitung dieses Lehrmittels, das sich jede Schule für die Heimat selbst schaffen kann, hinderlich sein.

Von sonstigen Gesteinsaufbauen im Zimmer möchten wir schließlich solchen das Wort reden, die zugleich dem biologischen Unterricht dienen können. Eine treffliche Modellarbeit dazu ist die Zusammenstellung der Lebensgemeinschaften Wiese, Teich und Feldrain von R. Lehnert in der Knabenbürgerschule zu Freiberg i. S. Da sind die in den genannten Gemeinschaften lebenden Tiere und Pflanzen in präpariertem Zustand lebenswahr auf der getreu nachgebildeten heimatlichen Scholle vereinigt. (Vgl. die Abbildung in der Leipziger Illustrierten Zeitung vom 14. Oktober 1909.)

Endlich müssen wir an dieser Stelle noch eines recht wertvollen Lehrmittels gedenken, das wiederum durchaus in gemeinschaftlicher Arbeit mit den Schülern hergestellt werden muß. Wir meinen Profile[1]) durch den heimatlichen Boden aus natürlichen Gesteinen in Glasröhren. Auf den Lehrausflügen werden in den Aufschlüssen, die besonders lehrreiche (natürliche) Profile mit wechselnder Schichtung zeigen, von allen Schichten Proben mit heimgebracht. Ton-, Mergel-, Lehm-, Kies- und Sandgruben, Steinbrüche und Bergwerke (Braunkohlentagebaue, Tiefbaue) liefern das Material. In verjüngtem Maßstab werden diese Proben, ihrer Mächtigkeit entsprechend, in nicht zu enge Glasröhren gefüllt, die dann ein Hauptstück der Schulsammlung bilden. Vielleicht gelingt es dem Lehrer, auch einmal Proben von einer Tiefbohrung zu erhalten.

Die zahlreiche Literatur zu diesem Abschnitt können wir hier nicht angeben. Wir verweisen auf eine demnächst über diesen Gegenstand erscheinende größere Gesamtdarstellung darüber, die vom Verfasser dieser Zeilen stammt.

Gesamtkatalog.

Ein Gesamtkatalog der in der Schulsammlung vorhandenen geologischen, paläontologischen und mineralogischen Anschauungsmittel ist am zweckmäßigsten sachlich zu ordnen, etwa nach dem durch die vorstehende Reihenfolge gegebenen Schema. Zur Ergänzung dient ein alphabetischer Index, der alles nach Stichwörtern verzeichnet und außerdem Hinweise auf die geographischen, biologischen usw. Teile der Schulsammlung enthält.

1) Der Herausgeber dieses Werkes hat mit einigen Oberprimanern in einem naturwissenschaftlichen Zimmer des Realgymnasiums zu Zwickau ein Profil aus natürlichem Gestein hergestellt und zwar nach einem von Bergrat Arnold gezeichneten idealen Profil des Zwickauer Steinkohlenreviers. Dasselbe ist in einem Holzkasten mit den Dimensionen 1,6 × 0,4 × 0,25 untergebracht und zwar besitzt dieser Kasten auf der Vorderseite dickes Glas, das aus technischen Gründen in der Mitte (0,8 m) in zwei Tafeln getrennt werden mußte. Die Reihenfolge ist (von oben nach unten) folgende: Alluvium-Diluvium, oberes und mittleres Rotliegendes, Melaphyr und Mandelstein, Toneisenstein und unteres Rotliegendes, Kohlensandstein und graues Konglomerat, Steinkohlenformation, Melaphyr und Mandelstein, Grauwacken.

Winke für die Ausführung der Exkursionen.[1]

Die Beobachtung im Freien ist die Grundlage jedes geologischen Unterrichts, und auf den Exkursionen bedienen wir uns des besten Mittels der unmittelbaren Anschauung, nämlich der Beobachtung. Die Beobachtungswanderungen in der Heimat sind deshalb als Kern des geologischen Unterrichtes zu betrachten, und nur wenn der Schüler die Heimat auch von der geologischen Seite her in Besitz genommen hat, kann er in den Ferien auf größeren Studienreisen durch die deutschen Lande — erst mit seinem Lehrer, dann allein — geologische Beobachtungen anstellen.

Über die geologische Ausrüstung für die Exkursionen ist S. 472—477 das Nötige gesagt worden. An dieser Stelle sei noch auf einige Ausrüstungsgegenstände allgemeiner Art hingewiesen, damit auch in dieser Beziehung nichts den Erfolg der Exkursionen beeinträchtige. Touristenanzug (Lodenjoppe, Kniehose, Wadenstutzen), Lodenhut oder Mütze, Nagelschuhe, Lodenpelerine, Stock mit Hakenkrücke und Eisenzwinge, Taschenmesser, Kursbuch, Fernglas usw. sind möglichst praktisch auszuwählen.

Bevor wir mit den eigentlichen geologischen Exkursionen beginnen, wandern wir mit dem topographischen Meßtischblatt hinaus und üben das Lesen der topographischen Karte. Hoffentlich hat hier der geographische und heimatkundliche Unterricht bereits alles geleistet, so daß wir es dabei mit einer Wiederholung bewenden lassen können.

Dann suchen wir die Aufschlüsse im Gelände auf, natürliche wie künstliche, und schenken auch den unterirdischen Bauen der Bergwerke, die die oberflächlichen Aufschlüsse im Gelände nach der Tiefe hin ergänzen, unsre Aufmerksamkeit. Dabei lernen die Schüler die Gesteine und die Versteinerungen an typischen Beispielen kennen, beobachten die geologischen Kräfte und Bildungen der Gegenwart und werden so zugleich dem Verständnis früherer Erdperioden nähergebracht. Auf dem topographischen Meßtischblatt, das wir neben dem geologischen stets bei uns führen, markieren wir alle Aufschlüsse mit Rotstift.

Für die ersten Belehrungen im Freien ist es im gewissen Sinne von Vorteil, wenn dem heimatlichen Gelände großzügige geologische Erscheinungen mangeln. Freilich zeigt uns das Hochgebirge z. B. die Tätigkeit der einebnenden Kräfte in anschaulichster und wirkungsvollster Weise. Aber was sich dort so kräftig geltend macht, findet auch an jeder einzelnen, noch so unbedeutenden Erhebung des Landes statt. Es muß sich daher bei den Heimatspaziergängen zunächst um die Beobachtung kleiner, modellhafter Verhältnisse handeln. Erst später ist zur Betrachtung der großen Züge im Antlitz der Erde und der Hauptlinien in ihrem Gezimmer überzugehen. Das ist ja gerade der Vorteil eines Modells, daß man an ihm jene Verhältnisse bequem übersehen und klar verfolgen kann, die im großen Maßstab unübersichtlich sind. Jede Heimatwanderung bietet hinreichend Gelegenheit, derartige natürliche Miniaturmodelle den Schülern vor Augen zu führen.

Was zeigt uns z. B. eine Böschung nicht alles, die wir während oder nach Regenwetter aufsuchen! Wir haben eine nicht allzu steile, möglichst unbewachsene Böschung im mürberen Erdreich zur Beobachtung gewählt. Die schiefe Ebene des Hangs fängt den Niederschlag auf und läßt ihn nach einer Richtung in kleinen Rinnsalen hinabströmen. Da die Oberfläche keine glatte Ebene ist, sondern viele Unebenheiten zeigt, so fließt der Regen nicht in einer einzigen, breiten, zusammenhängenden Wasserfläche ab; auch zieht er nicht in parallel nebeneinander liegenden Rinnsalen von der Höhe unmittelbar hinab. Vielmehr laufen die Rinnsale oben

1) Vgl. den Artikel von K. Fricke über „Exkursionen" in diesem Werke, S. 411 ff. — Dort ist über geologische Exkursionen im besonderen auf S. 438—448 gehandelt.

am Hang aufeinander zu, Bächlein vergleichbar, und werden nach unten hin an Zahl immer geringer, an Stärke aber bedeutender. Endlich vereinigen sie sich zu einer einzigen Rille, dem „Strom". In den Regenrillen führt das Wasser lockeres Erdreich und kleine Steinchen zu Tal und bewirkt so eine Abspülung. Je länger der Regenguß andauert, um so tiefer werden die Rillen ausgegraben, um so mehr Erdreich und Steinchen werden hinabgeführt. Die größeren Steine bleiben natürlich am Hang liegen, aber die feinerdigen Bodenteile um sie herum werden immer mehr weggeräumt, und so verstehen wir die irrige Ansicht der Landleute, daß die Steine aus dem Acker „herauswachsen". Wir begreifen die ausnagende Tätigkeit des fließenden Wassers, die Erosion, und sehen im kleinsten Ausmaß Schluchten entstehen und Täler sich bilden. Winzige, vergängliche Flußsysteme entwickeln sich hier vor unsren Augen, und in zierlicher Gestalt kehrt hier die Bäumchenform wieder, wie wir sie von der Landkarte her etwa vom Mississippi kennen. Wo etwa in einem Rinnsal ein größerer Stein dem Wasser den Weg versperrt, da bildet sich ein kleiner Wasserfall. Unten am Fuß des Hangs aber häuft das Wasser allen Schlamm, Sand und Kies zu einem Schuttkegel auf, teilt sich wieder und fließt in weitverzweigten Wasserfäden darüber hin. Es bildet sich ein kleines Delta; denn die Stoßkraft des Wassers hört hier ganz auf oder verlangsamt sich so bedeutend, daß die mitgeführten Stoffe zu Boden fallen müssen. Die Entstehung eines Sedimentgesteins vollzieht sich hier in greifbarer Klarheit vor uns, und wenn Blätter und Grashalme, Käfer und Fliegen in des Wassers Bahn hineingeraten, so könnten sie als Versteinerungen gelten. Wandern wir nach dem nächsten Regenguß wieder zu unsrem Berghang, so können wir — besonders wenn wir die erste Beobachtung skizziert oder gar photographiert haben — feststellen, daß das Bett des Wildbaches sich vertieft und der Schuttkegel sich erhöht hat, und daß außerdem das „Quellgebiet" nach oben hin bedeutend erweitert wurde. — Nichts Geringeres enthüllt sich dem Schüler in diesem köstlichen Beispiel als die stetige Weiterschaffung, die tägliche Verjüngung des Planeten, den wir bewohnen. Die gewichtige Einsicht in das geologische Geschehen, die keine Abbildung hinreichend eröffnen könnte, prägt sich dem Schüler tatsachenstark durch Selbstbeobachten in der Natur ein. Gerade auf derartige Vorgänge in der Natur, die leider so vielen gleichgültig erscheinen, wollen wir die Schüler aufmerken lehren. Hochachtung sollen sie lernen vor der Natur, wie sie ohne Rast im Kleinen schafft, und in den kleinsten Ursachen erkennen sie dann die erdumgestaltenden Vorgänge größter Art.

In der heimatlichen Natur finden wir solche Modelle kleinsten Umfanges in großer Zahl, die die Schüler aus der „Vogelperspektive" betrachten und von allen Seiten leicht übersehen können. Die Formen prägen sich leicht dem Gedächtnis ein, besonders wenn die Schüler angeregt werden, einfache Skizzen an Ort und Stelle zu machen, am liebsten in der Form der (auf S. 501—503) genannten Blockdiagramme. Die Abb. 337 und 338 geben ein Beispiel einer derartigen Verbindung von Blockdiagramm und natürlichem Miniaturmodell, wo eine Grabenverwerfung dargestellt ist. Diese Skizzen sind dann daheim sauber umzuzeichnen und zur nächsten Stunde mitzubringen, wo sie die Grundlage für die Durcharbeitung des auf der Wanderung Gesehenen abgeben.

Der Besuch einer Sandgrube liefert z. B. ähnliche Miniaturmodelle und zeigt uns, wie die Wirkungen des Windes im Verein mit denen der Schwerkraft an Kleinformen erläutert werden können. Der Wind bläst die weicheren Sandpartien der Grubenwand heraus und erzeugt entsprechend der annähernd söhligen Schichtung des Sandes wagerechte Rillen und Simse. Die Schwerkraft läßt den Sand herabrieseln und schafft dadurch die senkrechten Nischen und Rippen. Am Fuß der Grubenwand häuft sich der abgeblasene Sand in Schuttkegeln an, die sich bald zu einer einzigen zusammenhängenden Schutthalde verbinden.

An jeder Regenpfütze, die von der Sonne ausgetrocknet wird, beobachten wir Trockenrisse, da die oberste Schlammschicht in einzelne Stücke zerreißt. — An Bauwerken aus Sandsteinquadern können wir oft die Kreuzschichtung recht gut beobachten, und wenn wir dann im Freien dasselbe Bild an einer Steinbruchswand wiederfinden, so haben wir zwei Beobachtungen, die sich hübsch miteinander verbinden lassen. Allerdings hätten diesen beiden Beobachtungen andre vorherzugehen, nämlich solche in einer Sandgrube und an einer Düne, weil die Kreuzschichtung — fluviatile und äolische — zunächst an lockeren Gesteinen demonstriert werden muß.

Zu solchen Miniaturmodellen sind auch Handstücke von Gesteinen zu zählen, die auf kleinstem Raum Schichtung, Klüftung, Faltung, Verwerfung usw. zeigen. Abbildungen solcher Gesteinsproben sind in den Lehrbüchern der Geologie und Petrographie enthalten.

Erst nach der Betrachtung solcher kleinen und kleinsten Naturmodelle gehe man zur Beobachtung größerer Erscheinungsformen über. Denn die kleinen Formen sind in kurzer Zeit durch die gleichen Kräfte entstanden, die das Bild der Heimat und des Vaterlandes, ja der gesamten Landoberfläche in Äonen umformten. Es wird dem Lehrer nicht schwer fallen, in dieser Richtung sich ein reichhaltiges Beobachtungsmaterial zu schaffen. Da es sich bei solchen Modellen meistens um vergängliche Erscheinungen handelt, so sollte man sie stets photographieren. Wichtig ist, zur Beurteilung der Größenverhältnisse einen Hammer oder dgl. mit auf die Platte zu bringen.

Überhaupt kann das Zeichnen und Photographieren auf Exkursionen nicht dringend genug anempfohlen werden. Das Zeichnen ist von den Schüler einzuüben. Das Photographieren bleibt gewöhnlich dem Lehrer überlassen zur Bereicherung der Schulbildersammlung; doch können hier ältere Schüler oft mit großem Erfolg beteiligt werden.

Das Sammeln soll niemals das Hauptziel der Exkursionen bilden. Gerade für den Unterricht dürfen wir es nur als ein Mittel auffassen, das unsre Beobachtungen in der freien Natur unterstützt und vor allem die Verarbeitung des draußen Gesehenen in der Klasse erleichtert.

Die mitzunehmenden Gesteine müssen als regelrecht geschlagene Handstücke vorgerichtet werden. Um die linke Hand beim Schlagen von Handstücken zu schonen, zieht man zweckmäßig einen alten Handschuh über. Um die richtige Größe des Handstücks zu treffen, kann man sich am Hammerstiel die Maße mit schwarzer Ausziehtusche anmerken. Oder man schneidet sich ein Pappstück entsprechender Größe („Formatblatt") aus, das im Notizbuch aufbewahrt stets zur Hand ist. Immer muß man die Handstücke vom Anstehenden losschlagen, und abspringende Splitter hebe man zur etwaigen Herstellung von Dünnschliffen (s. S. 515) auf. Weiteres über die Form der Handstücke s. S. 478. Nie darf man beim Einpacken das Wichtigste vergessen, die Bezeichnung des Fundorts. Man legt dem Handstück sofort einen Zettel mit Datum und Fundort bei und wickelt es in Zeitungspapier ein. Lose Gesteine werden in Beuteln oder Tüten verpackt. Zum Bahntransport benutzt man starke Kisten, als Packmaterial dazu Zeitungspapier, Stroh oder dgl.

Versteinerungen findet man in erster Linie ebenfalls in Aufschlüssen, in denen man zunächst die Schichtflächen der Gesteine untersucht und dann das Gestein parallel zu diesen Flächen spaltet. Außerdem beachte man die Schutthalden der Steinbrüche, die Lesesteinhaufen am Rande der Äcker und felsige Gehänge, weil hier die Verwitterung häufig die Versteinerungen trefflich herauspräpariert hat. Deshalb sind Sammelexkursionen im Frühjahr besonders lohnend. Frisch entstandene und nur zeitweilig offene Aufschlüsse suche man besonders eifrig nach Fossilien ab. Das Format des Handstücks richtet sich hier nach dem Fossil selbst. Kleinste Fossilien in

Tonen, Sanden usw. gewinnt man durch Ausschlämmen. Dazu gehört ein Schlämmnetz oder ein Leinenbeutel und Gefäße. Das Schlämmen geschieht am besten zu Hause.

Mit Hilfe des geologischen Meßtischblattes müssen sämtliche Aufschlüsse der Heimat gründlich nach Handstücken ausgebeutet werden. Zur Ergänzung wird man von Steinmetzgeschäften, Steinsetzereien, Mörtelwerken und ähnlichen gewerblichen Betrieben leicht aus dem Abfall recht brauchbare Stücke erhalten, z. B. Schiefer, Kalkstein, Gips, Porphyr, Basalt, Granit, Syenit, Diabas usw.

Häufig wird man Handstücke von Gesteinen, Mineralien und Versteinerungen durch Kauf erwerben müssen; denn die Schulsammlung darf natürlich keine Lücken aufweisen. Für diesen Fall nennen wir die wichtigsten Bezugsquellen (Adressen im Anhang, s. S. 518): Armbster, Auerbach, Binder, Blatz, Böhm, Böttcher, Droop, Eger, Francke, Freiberger H., Freudenberg, Frič, Gasser, Grebel, Hauff, Herbordt, Kohl, Krantz, Kusche, Linnaea, Maucher, Otto, Schwalm, Stürz, Umlauf, Viedt. Man lasse sich die Preislisten kommen!

Über die Beobachtung an Schichtgesteinen sei auf die zitierte „Geologie für Jedermann" (S. 71—101) verwiesen. Ganz besonders wichtig sind die Übungen mit dem Bergmannskompaß und dem Klinometer, über die a. a. O. (S. 81—95) genügendes Material zu finden ist. Eingehende Winke für die unterrichtliche Behandlung dieser beiden Instrumente finden sich in: A. Berg, „Bergmannskompaß und Klinometer im geologischen und geographischen Unterricht" (Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht, 1911, S. 193—217. Mit 27 Abb.) und „Die Handhabung des geologischen Kompasses und des Klinometers" (ebenda, 1914, S. 33—39. Mit 6 Abb. und 1 Isogonenkarte von Deutschland). In dieser Hinsicht kann gar nicht genug geschehen, um die Begriffe „Streichen" und „Fallen" sicher einzuprägen. Man greife dabei auch zu einfachen Hilfsmitteln, indem man z. B. im Steinbruch mittels zweier Brechstangen oder zweier Kreidestriche die Richtungen für das Streichen und das Fallen markiert.

Recht häufig wird man auf den geologischen Lehrausflügen auch der Biologie und der Geographie Beachtung schenken müssen. Solche Belehrungen aus den anderen Unterrichtsfächern schließen sich oft ganz ungezwungen an die geologischen Beobachtungen an. Vgl. darüber auch das im vorigen Abschnitt (S. 508) bei den biologischen Aufbauen im Zimmer Gesagte.

In den Bereich der Exkursionen gehört auch das Entwerfen einer geologischen Spezialkarte, eine Arbeit, die der Lehrer auf alle Fälle mit den Schülern der Oberstufe vornehmen soll. Diese Übung hat auch dann zu geschehen, wenn für die heimatliche Landschaft eine solche Karte vorliegt. Die geologische Mappierung ist in der Tat nicht so schwierig, wie es auf den ersten Blick den Anschein hat, und auch hier macht den Meister die Übung. An diese Aufgabe können wir natürlich erst dann herantreten, wenn wir die Heimat auf zahlreichen Wanderungen in geologischer Beziehung genau kennen gelernt haben, wenn wir gewissenhaft alle Aufschlüsse untersucht und fleißig Gesteine und Versteinerungen gesammelt haben.

Jeder mit dem aufgezogenen Meßtischblatt und mit Buntstiften bewaffnet, so ziehen die Schüler mit dem Lehrer zur geologischen Kartierung hinaus ins Feld. Vorher hat sich jeder Schüler eine farbige Legende angefertigt, die so viele Farben enthält, wie auf dem Meßtischblatt Formationen vorkommen. Nun wandern wir die Aufschlüsse ab und malen sie mit der entsprechenden Farbe aus. Von den Aufschlüssen gehen wir schrittweise auf die dazwischen liegenden, mit Feld oder Wald bedeckten Flächen über. Dabei werden zunächst die im Gelände festliegenden Linien begangen, z. B. Wege, Gräben, Feldmark-, Wald- und Ackergrenzen. An der Hand kleiner Lesesteine (nicht größerer, da diese oft durch Menschenhand verschleppt sind) und der Handbohrungen stellen wir fest, wie weit sich die in den Aufschlüssen vorhandenen

Gesteinsarten verbreiten. Dabei werden sich oftmals die Grenzen zweier verschiedener Formationen nachweisen lassen. Um den Verlauf dieser Grenzlinien zu erkennen, verbinden wir jedesmal zwei nachbarliche gewonnene Grenzpunkte durch einen Zickzackweg, wobei wir wieder die Lesesteine beobachten. Die sich dabei ergebenden Formationsgrenzen tragen wir in das Meßtischblatt mit Bleistift ein, die Flächen legen wir mit Ölkreidestiften farbig aus. Um ein schöneres Kartenbild zu gewinnen, überträgt jeder Schüler daheim die Grenzen auf ein zweites Meßtischblatt und legt auf diesem die Farbenflächen mit Wasserfarben an. Meist werden folgende Farben genügen: Gummigutti, Terra di Siena, Gebrannte Terra di Siena, Saftgrün, Karmin, Zinnober, Preußisch-Blau, Magenta, Chinesische Tusche und Sepia.

Die zweite Aufgabe ist nun, die Flächen der einzelnen Formationen wieder nach Schichtgruppen, Zonen usw. zu gliedern. Für Schulzwecke kann man sich meistens mit den großen Gruppen begnügen und auf Einzelheiten verzichten. So kann im norddeutschen Tiefland nicht davon die Rede sein, eine „geologisch-agronomische" Karte zu liefern. Es genügt vollständig, wenn wir hier die oberflächlich auftretenden Schichten zur Darstellung bringen und uns dabei einfacher Farbensignaturen bedienen.

Auch im Entwerfen geologischer Übersichtskarten sollte man mit den Schülern Übungen bescheidenen Umfanges anstellen. Vgl. darüber wie über die Spezialkartierung die Seite 514 genannten Werke von Berg und Keilhack. Auf die Konstruktion abgedeckter Karten sei noch besonders hingewiesen (vgl. S. 494).

Hinsichtlich des Entwurfs geologischer Profile genüge für die Zeichnung natürlicher Profile das S. 501 und 502 Gesagte. Sehr lehrreich ist es, zwei sich gegenüberliegende Steinbruchswände oder die Flanken eines Eisenbahneinschnitts festzulegen, wenn sie gute Profilbilder darstellen. Dabei ist das eine der beiden Profile dann spiegelbildlich umzuzeichnen. Das Entwerfen künstlicher (schematischer, konstruierter) Profile kann erst auf Grund der Karten erfolgen, ist also weniger eine Arbeit im Gelände als eine solche in der Klasse. Vgl. darüber die unten zitierte Literatur.

Als Abschluß aller geologischen Übungen möge der Lehrer die Abfassung einer schulmäßigen geologischen Heimatkunde in Erwägung ziehen. Die Gliederung könnte etwa in folgender Weise geschehen:

1. Geographisch-topographische Einleitung. (Das Gelände. Mit Übersicht d. vorhand. topogr. Karten.)
2. Die einzelnen Formationen. (Dabei von den ältesten zu den jüngsten Bildungen fortschreitend und das Alluvium mehr als sonst üblich behandelnd.)
3. Gesamtüberblick über die geologische Entwicklungsgeschichte.
4. Geomorphologie. (Die Formen d. Landoberfläche i. Anschl. an d. Wirkungen d. endogenen u. exog. Kräfte.)
5. Führer für geologische Heimatwanderungen. (Möglichst ausführlich, jedoch nur topographisch, nicht nach einzelnen Formationen anzuordnen.)
6. Übersichtstabelle. (Nach dem auf S. 503—504 gegebenen Muster.)
7. Übersicht über die vorhandenen Karten und Bücher zur geologischen Heimatkunde und über die einschlägigen Museen und Sammlungen.
8. Beizugeben sind eine geologische Übersichtskarte der Heimat (vereinfachte Darstellung genügt), Profile, Diagramme, charakteristische Abbildungen nach Photographien (wichtige Aufschlüsse, Leitfossilien usw).

Eine Modellarbeit für eine geologische Heimatkunde im angegebenen Sinn ist leider nicht vorhanden. Jedoch können wir einige mustergültige Vorbilder nennen, die wenigstens für Teile der obigen Gliederung in Betracht kommen. Wir nennen besonders:

Heß von Wichdorff, Geologie und Heimatskunde des Kreises Naugard i. P. Naugard i. P., Verlag des Kreisausschusses 1912. 2 M.

Keilhack, Die erdgeschichtliche Entwicklung und die geologischen Verhältnisse der Gegend von Magdeburg. Magdeburg, Faber 1910. 2,50 M.

Ruska, Geologische Streifzüge in Heidelbergs Umgebung. Leipzig, Quelle & Meyer 1908. 3,80 M.

Bruber, Geologische Skizzen aus der Umgebung Aussigs. Aussig, Ed. Micksch 1904. — Dazu als Teil II: Geographische Skizzen aus der Umgebung Aussigs. Ebd. 1907. (Auch der zweite Teil dieses trefflichen Werkes ist wesentlich geologisch.)

Hemprich, Geolog. Heimatkunde v. Halberstadt u. Umgeg. Halberstadt, H. Meyers Buchdr. 1913. 4,80 M.

Literatur zu S. 509—514:

Berg, Geologie für Jedermann.

Keilhack, Lehrbuch der praktischen Geologie.

Fraas, Der Petrefaktensammler.

Potonié und Gothan, Paläobotanisches Praktikum.

Mineralogische und petrographische Untersuchungen.

Mineralogische Untersuchungen werden in der Schule fast ausschließlich dem chemischen Unterricht vorbehalten bleiben. Nur einige Untersuchungsmethoden werden überdies im physikalischen Unterricht herangezogen werden, und zwar hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften die Bestimmung von Härte, spezifischem Gewicht, optischem Verhalten, Magnetismus, Elektrizität u. a. Die Morphologie der Mineralien (Kristalle) wird wohl trotz mancher verknüpfender Punkte in der Mathematik wenig Berücksichtigung finden.

Es möge daher genügen, wenn wir von den Instrumenten, die zu den mineralogischen Untersuchungen nötig sind, die für die Schule in Betracht kommenden kurz aufzählen. Es sind: Lupen, Turmalinzange, Anlegegoniometer, Lötrohrbesteck, Strichtafel, Härteskala, Schmelzbarkeitsskala. Man vergleiche auch die auf S. 486 genannten Kennzeichensammlungen.

Eine Härteskala kann man leicht sich selbst beschaffen im Anschluß an die zehn von Mohs vorgeschlagenen Grade.

Härte 1 = Talk (Schneiderkreide).	Härte 6 = Feldspat (Orthoklas).
„ 2 = Gips (oder Steinsalz).	„ 7 = Quarz.
„ 3 = Kalkspat (Marmor).	„ 8 = Topas.
„ 4 = Flußspat.	„ 9 = Korund.
„ 5 = Apatit.	„ 10 = Diamant.

Den Diamanten kann man entbehren; es sei denn, daß man an seiner Stelle einen Diamantglasschneider zur Hand hat. Die übrigen neun Mineralien beschaffe man sich in guten, nicht zu kleinen Stücken und ordne sie in ein Kästchen mit neun Fächern ein. Auf den Exkursionen kann man sich ohne besondere Härteskala behelfen: Sehr weiche Mineralien (etwa H = 1) fühlen sich fettig an; Gips (H = 2) läßt sich noch mit dem Fingernagel ritzen; den Kalkspat (H = 3) ersetzt eine Kupfermünze; den Apatit (H = 5) ersetzt Fensterglas; statt Feldspat (H = 6) benutzt man gut gehärteten Stahl, etwa eine Feile. Geschliffene Mineralien kann man auf ihre Härte nach der neuen Methode von Frey untersuchen. Man stellt auf die Mineralplatte einen Glaszylinder und läßt dann eine Stahlkugel in der Glasröhre hinabfallen. Die Zahl der Schwingungen oder auch die Sprunghöhe gestattet dann einen Schluß auf die Härte des Minerals.

Den petrographischen Untersuchungen hat wohl bisher kein einziger Lehrplan Raum gestattet, obwohl gerade diese Untersuchungen mannigfache didaktische Vorteile in sich bergen. Die makroskopische Gesteinsbestimmung gelingt nur unter besonders günstigen Umständen, etwa durch Vergleich mit Stücken in öffentlichen Sammlungen oder mit Hilfe der geologischen Spezialkarte, wenn man das Gestein aus dem Anstehenden herausgeschlagen hat und deshalb den Fundort genau kennt. Von den chemischen Methoden muß die Salzsäureprobe (vgl. S. 474—475) jedem Schüler geläufig sein, von den mechanischen sei an das Schlämmen mit Wasser erinnert. Von den mikroskopischen Untersuchungsmethoden ist die mit der Lupe, also im auffallenden Licht, noch unzuverlässig, vollkommen dagegen die im durchfallenden Licht des Mikroskops.

Eine Einführung in die Gesteinsuntersuchung mit dem Mikroskop (Polarisationsmikroskop) sollte mit reiferen Schülern auf jeden Fall vorgenommen werden. Man stellt mit den Schülern natürlich die Dünnschliffe selbst her, überträgt sie auf einen Objektträger und etikettiert sie. Für die Untersuchung selbst stehen genug brauchbare Lehrbücher zur Verfügung. Die zur Herstellung von Dünnschliffen nötigen Instrumente sind: Platte aus Gußeisen, Platte aus Spiegelglas, Schleifscheiben, Kanadabalsam, Pinzetten, Schmirgel und Karborundum, Poliermittel (Zinnasche, Pariserrot, Tripel); Objektträger, Deckgläser und Etiketten.

Als Bezugsquellen für sämtliche mineralogischen und petrographischen Instrumente nennen wir: Böttcher, Fuesz, Grebel, Krantz, Steeg & Reuter. Man sehe die Kataloge ein.

Literatur zur Mineralogie:

Brendler, Mineraliensammlungen. (S. 491.)

Weisbach, Tabellen zur Bestimmung der Mineralien. 8. Aufl. Leipzig, Felix 1909. 4,40 M.

Haase, Lötrohrpraktikum. Anleitung zur Untersuchung der Minerale mit dem Lötrohr. Leipzig, Quelle und Meyer 1908. 1,20 M.

Literatur zur Petrographie:

Linck, Tabellen zur Gesteinskunde. 3. Aufl. Jena, Fischer 1909. 2 M.

Weinschenk, Anleitg. zum Gebrauch des Polarisationsmikroskops. 2. Aufl. Freiburg i. B., Herder 1906. 5 M.

Reinisch, Petrographisches Praktikum. 2 Bde. 2. Aufl. Berlin, Borntraeger 1907 u. 1912. 12,20 M.

Kaiser, E., Mineralogisch-petrographische Untersuchungsmethoden. (In Keilhacks „Lehrbuch der praktischen Geologie". — Bringt ausführliche Literaturangaben.)

Geologische Experimente.

Eine Ausgestaltung und Bereicherung erfahren die geologischen Belehrungen durch die Ausführung von Experimenten (Versuchen). Die Experimente schaffen die Grundlage für Anschauungen, die anderswie zu beobachten keine Möglichkeit vorliegt, oder sie ergänzen die Beobachtungen im Freien. Im allgemeinen ist das Experiment im geologischen Unterricht bisher nur ganz bescheiden herangezogen worden. Trotzdem sei betont, daß das, was man im Freien beobachtet, häufig die Erläuterung durch das Experiment nicht mehr nötig hat. Deshalb ist bei der Auswahl der Versuche eine weise Beschränkung geboten. Auf keinen Fall darf man etwas im Experiment zeigen, bevor man nicht — wenn das möglich ist — die entsprechende Beobachtung im Freien gemacht hat. Deshalb hat Gruber wohl unrecht, wenn er die experimentell gewonnenen Anschauungen bei Wanderungen in der freien Natur weiter entwickeln und befestigen will. Der umgekehrte Weg scheint uns didaktisch richtiger zu sein.

Es kann nun nicht im Rahmen dieser Erörterung liegen, eine möglichst vollständige Überſicht über alle einschlägigen Schulversuche und zugleich eine methodische Anleitung zu ihrer Ausführung zu geben. Vielmehr soll nur an einigen Proben Wert und Wesen solcher Schulversuche gezeigt werden.

Ein bekannter Versuch ist jener mit dem Glaszylinder, der mit getrübtem Flußwasser gefüllt ist. Der Schlamm (die „Flußtrübe") setzt sich nach einer bestimmten Zeit auf dem Boden des Zylinders ab. Schütteln wir darauf das Gefäß wieder und lassen es dann ruhig stehen, so wiederholt sich der Vorgang. Wir erhalten dadurch Beweise für den Transport von Gesteinsmaterial durch das fließende Wasser, für den Absatz (Sedimentation) in stehendem Wasser und — rückschließend — für die vorangegangene Erosion. Darauf schütten wir in das Glasgefäß ein Gemenge von Kieselsteinen, Sand, Gartenerde und Kreidepulver, gießen Wasser darauf, rühren alles tüchtig um und lassen es hierauf ruhig stehen. Dann können wir feststellen, daß sich infolge der verschiedenen Schwere der Gemengteile verschiedene Schichten abgesetzt haben. Wir erhalten so eine geschichtete Ablagerung.

Wir wollen im folgenden wenigstens über die wichtigsten geologischen Schulversuche eine

Übersicht geben. Die Zusammenstellung macht natürlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auch sind nicht alle Versuche gleichwertig, und sie können nicht ohne Rücksicht auf die sonstige Schularbeit ausgeführt werden. Der Lehrer wird selbst ermessen können, was in den einzelnen Fällen hinzuzufügen oder wegzulassen ist. Aus der Übersicht geht zugleich hervor, wie die Physik (Molekularphysik, Mechanik, Wärmelehre) und Chemie die Hauptthemen für die geologischen Schulexperimente liefern.

1. Verwitterung und Schwerkraft: Spaltenfrost (zerspringende Wasserflasche), lösende Kraft des Wassers, Salzausblühungen.

2. Werke des fließenden Wassers: Bergfeuchtigkeit (Gestein naß und trocken wiegen), Durchlässigkeit der Gesteine, Quellen und artesische Brunnen (im Anschluß an die kommunizierenden Gefäße), Tropfenbildung (auf Sandboden, Kreideplatte), Nachbildung von Erdpyramiden und von Strudellöchern, Sedimentation (s. oben), Abschlämmen, Wirkung von Klärungsmitteln, Entstehung der Schichtung, Verkochen von Wasser (Fluß- und Regenwasser) zum Nachweis der Verunreinigung, Bildung von Kalkstein, Widerständigkeit von Kalkstein.

Ein Sandhaufen im Schulhof, der mit einer Gießkanne wiederholt überbraust wird, zeigt uns die erodierende, transportierende und akkumulierende Tätigkeit des fließenden Wassers. Spülen oder graben wir den Sandhaufen auf der einen Seite stärker ab als an der andern, dann wandert der First des Haufens genau so wie die Wasserscheiden vom stärker einschneidenden Flusse zum langsamer arbeitenden hin.

3. Gletscherwerke: Plastizität des Eises (Schneeball in der Hand gepreßt), Regelation des Eises, (Eisblock und beschwerter Draht).

4. Windwerke: Bildung und Ablagerung von Sand und Staub.

5. Werke der Organismen: Marmorplatte im Blumentopf (in den eine Bohne eingepflanzt ist); Unterscheidung von Faulschlamm, Moostorf, Braunkohle und Steinkohle.

6. Krustenbewegungen: Verhärtung der Gesteine, Herstellung von Gesteinsfärbungen, von Trockenrissen, Nachweis der Spalten im Gestein, Verbiegung (Beispiel vom runzligen Apfel, gekrümmte Glasscheibe), Faltung (zusammengeschobene Buchblätter, bunte Tücher, farbige Plastilinschichten, erkaltendes Schweinefett), Verwerfung (farbige Plastilinschichten), Schollenschub (nasse, farbige Handtücher auf aufgekipptem Brett, Plastilinschichten auf geneigter Unterlage).

7. Erdbeben: Nachweis über das Verhalten des lockeren Bodens auf festem Untergrund bei Erschütterungen; Schwankungen einer Brücke, über die Lastwagen fahren.

8. Vulkanismus: Schmelzen von Gesteinen, künstlicher Vulkan aus Schwefel, Mondlandschaft aus Gips, Mondkrater aus Wachs, Ansammeln der spezifisch schweren Kohlensäure, Nachbildung einer heißen Quelle und eines Geisirs.

9. Paläontologie: Herstellung von Dendriten, Herstellung von Abdrücken verschiedener Organismen (z. B. in durchsichtiger Seife).

10. Mineralogie und Petrographie: Züchten von Kristallen (Alaun, Kochsalz), Bestimmung des spezifischen Gewichts von Gesteinen.

Für die Ausführung verschiedener Versuche reichen die in der Schule vorhandenen Geräte nicht aus. Es sind dazu besondere Vorrichtungen und Apparate nötig.

Für die Veranschaulichung der Werke des fließenden Wassers kann man z. B. zwei Holzkästen aus Brettern von etwa 20 mm Dicke bauen. Der eine sei 2,50 m im Quadrat und 40 cm hoch. Innen ist er mit Zink ausgeschlagen, um Wasser halten zu können. Der Wasserstand ist mittels eines Schlauchhebers regulierbar. Der zweite Kasten sei 1,70 m im Quadrat und 35 cm hoch. Wasserdicht braucht er nicht zu sein. Seine Seitenwände sind mit Scharnieren an dem besonders starken Boden befestigt und nach außen herunterzuklappen. Sie werden mit Haken und Ösen zusammengehalten. In dem kleineren Kasten wird eine geneigte Landoberfläche aus irgendeiner billigen Modelliermasse eingesetzt. Wir können dazu eine Mischung von Sand (Formsand und Grand), Töpferton und Gips nehmen. Dann setzen wir den kleinen Kasten auf Klötzen in den großen, klappen die Vorderseite (wo also die Landoberfläche am tiefsten ist) herunter und füllen den großen Kasten bis zum Boden des kleinen Kastens mit Wasser. Darauf brausen wir mit einer Gießkanne oder mit einer mit zahlreichen Öffnungen versehenen Eisenröhre Wasser darauf, und zwar von der höchsten Seite der Ebene aus. Wir

können das Wasser nach Belieben schnell oder langsam fließen lassen. Dann erhalten wir auf der schiefen Ebene alle nur möglichen Erosionserscheinungen und an der Vorderseite ein Delta. — Für die nächsten Versuche können wir die ausgewaschene Modelliermasse wieder mit benutzen. Wir können auch eine Wechsellagerung von verschiedenen Schichten aufbauen; z. B. erhalten wir mit zerstoßenem gelöschten Kalk härtere Schichten. Ferner können wir den Neigungswinkel der Ebene vergrößern oder verkleinern, indem wir Klötze von verschiedener Höhe unterlegen. Auch läßt sich z. B. ein Mäander in die Landoberfläche hineinmodellieren, und wir lassen dann fortgesetzt Wasser durch das Tal laufen, um die Veränderungen des Mäanders zu studieren. Man sieht schon, daß diese Versuche der mannigfaltigsten Veränderungen fähig sind.

Die Holzkästen können wir auch zu topographischen Übungen benutzen. Sehr schön läßt sich z. B. mit ihnen das Wesen der Höhenlinien (Isohypsen) erläutern. Wir formen uns dazu auf dem Boden des kleinen Kastens, dessen sämtliche vier Seiten heruntergeklappt sind, eine beliebige Geländeform und setzen diese in den bis zum Rand mit Wasser gefüllten größeren Kasten. An der Innenseite des größeren Kastens ist ein Maßstab angebracht. Nun lassen wir mittels des Schlauchhebers das Wasser nach und nach jedesmal etwa um 5 cm fallen und zeichnen auf dem Geländemodell die jedesmalige Uferlinie ein. Auf diese Weise erhalten wir auf der Landform gleichabständige Höhenlinien.

Einige solcher Experimentierapparate sind in den Lehrmittelhandlungen von Krantz, von Grebel, Wendler u. Cie. u. a. käuflich zu haben. Man sehe die Kataloge ein. Die Apparate betreffen zumeist tektonische Vorgänge. Dem Lehrer sei empfohlen, die Geräte in gemeinschaftlicher Arbeit mit den Schülern herzustellen. Manche Lehrbücher, z. B. Walthers „Vorschule der Geologie", geben Anweisungen zur Anfertigung. Für die Waltherschen Apparate hat jüngst Enzensperger in der „Zeitschrift für das bayrische Realschulwesen" beachtenswerte Verbesserungsvorschläge gemacht. Eins der Waltherschen Experimente — die Veranschaulichung der Erosion, Aufgabe 80 bis 82 — ist didaktisch vollkommen verfehlt. Über eine Faltmaschine vgl. auch Lebour in „Nature", Bd. 60, S. 411.

Das Ergebnis sehr vieler Experimente ist die Schaffung künstlicher Miniaturmodelle, die sich zu den im Gelände beobachteten natürlichen Miniaturmodellen (s. S. 509 f.) in Beziehung setzen zu lassen.

Es kam uns darauf an, zu zeigen, daß auch auf dem Gebiete des geologischen Experiments in der Schule viel mehr geleistet werden kann, als es bisher geschieht. Gerade dieses Gebiet möchten wir der besonderen Pflege der Lehrer anempfehlen, und aus diesem Grunde verzeichnen wir die einschlägige Literatur möglichst ausführlich.

Wissenschaftliche Literatur über das geologische Experiment.

Daubrée, Études synthétiques de géologie expérimentale. Paris 1879. — Deutsch von Gurlt: Synthetische Studien zur Experimentalgeologie. Braunschweig 1880. Antiquarisch 4,50 M. (Noch heute das klassische Werk über Experimentalgeologie.)

Paulcke, Das Experiment in der Geologie. Berlin, Borntraeger 1912. 11,40 M. (Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse experimenteller geologischer Arbeit und der eignen Versuche des Verfassers, die den Krustenbewegungen gelten. Vgl. dazu die beiden folgenden Arbeiten.)

Ders., Kurze Mitteilungen über tektonische Experimente. (Jahresbericht u. Mitteil. des Oberrhein. Geol. Vereins 1912.) — Bemerkungen dazu von Buxtorf (ebd. S. 153—157).

Pfaff, Allgemeine Geologie als exakte Wissenschaft. Leipzig 1873.

Reyer, Theoretische Geologie. Stuttgart 1888.

Ders., Geologische und geographische Experimente. 4 Hefte. Leipzig, Engelmann 1892—1894. 5,60 M. (Besonders das 4. Heft (Einzelpreis 2,00 M) kommt in Betracht, das zugleich eine recht praktische Anleitung zur Ausführung der Versuche ist.)

Ders., Ursachen der Deformation und der Gebirgsbildung. Leipzig, Engelmann.
Meunier, La géologie expérimentale. Paris 1899.
Ders., Abhandlungen über die Bildung der Meteoriten.
Zirkel, Das Experiment in der Geologie. Akadem. Rede. Leipzig 1885. 4°.
Hoernes, Über experimentelle Geologie (Mitteilungen des naturwiss. Vereins für Steiermark, Graz 1907, S. 271—280).
Sander, Abbildungen der bei geologischen Experimenten auftretenden Kräfte und Verschiebungen im Material. (Verhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien 1909, S. 357—360.)
Vogt, A., Experimentelle Tektonik: Nachahmung komplizierter Faltenformen. Freiburg 1910.
Bergius, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Halle a. S. 1913.
Sapper, Das Experiment in der physikalischen Geographie. (Petermanns Mitteilungen 1913, II, S. 1—2.)
Sommerfeldt, Praktikum der experimentellen Mineralogie mit Berücks. der kristallogr. u. chem. Grenzgebiete. Berlin, Borntraeger 1911. 4,80 M.
Tarr and von Engeln, A laboratory manual of physical geography. London 1910. 6,50 M. Vgl. dazu die beiden folgenden Arbeiten:
Dies., Representation of land forms in the physiography laboratory. (The Journal of Geography, 7, 1908, 73—85.)
von Engeln, Use of wet laboratory in physiography teaching. (Education Department Bulletin 1908, Nr. 431, p. 44—49.)
Adams, F. D., An experimental contribution to the question of the depth of the zone of flow in the earth's crust. 1912.
King, L. V., Limiting strength of rocks under condition of stress in the earth's interior. 1912.

Pädagogische Literatur über das geologische Experiment.

Berg, Geologie für Jedermann. Leipzig, Theod. Thomas 1912.
Geikie, A., Geologie. 6. Aufl. Straßburg, Trübner 1905.
Schwalbe, Lehrbuch der allgemeinen Geologie. Berlin, H. W. Müller.
Shaler, Elementarbuch der Geologie für Anfänger. Dresden, Schultze 1903.
Walther, Vorschule der Geologie. 5. Aufl. Jena, Fischer 1912.
Gruber, Das Experiment ist für den Unterricht in der allgemeinen Erdkunde unentbehrlich. (In dessen: „Geographie als Bildungsfach"; Leipzig, Teubner 1904, S. 128—133. Gibt für einige Experimente spezielle Literaturnachweise.)
Günther, S., Experimentelle Geologie. („Das Ausland", 1893, S. 385 f.)
Ders., Die physikalische Geographie als Unterrichtsgegenstand. (Zeitschrift f. d. mathemat. u. naturwiss. Unterricht, 1894, S. 321 f.) — Vgl. auch Verhandlungen der 41. Versammlung deutscher Philologen u. Schulmänner, S. 311.
Höck, Das Experiment in der Schulgeographie.
Miers, Experimentelle Geologie. (Naturwiss. Rundschau 1905, Nr. 49—50.)
Rothe, Über Beobachtungen und Experimente. (In dessen: „Der moderne Naturgeschichtsunterricht". Leipzig, Freytag 1908, S. 117—119.)
Ders., Geologische Beobachtungen durch Schüler. (Monatsschr. f. den elementaren naturwiss. Unterricht. 1909—1910, S. 59—61.)
Schwalbe, Über die Geologie als Zweig des geographischen Wissens. (Zentralorgan f. d. Interessen des Realschulwesens 1879, S. 194—222.)
Ders., Das geologische Experiment in der Schule. (Zeitschr. f. d. physikal. und chem. Unterricht, 11, 1897—98, S. 65 f. 217 f.) — Vgl. auch Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1896, S. 295 f.
Wensch, Geologische Experimente für die Schule. (Pädag. Warte 1913, Nr. 15.)

Anhang: Bezugsquellen.

(Lehrmittelhandlungen und Spezialfirmen.)

Die im folgenden genannten Firmen versenden ihre Preislisten und Kataloge, denen man genaue Angaben entnehmen kann, an Schulen, Lehrer und sonstige Interessenten kostenlos. Die Bezugsquellen für topographische und geologische Karten sind auf S. 493—494, angeben.

Abkürzungen: G. = Gesteine, M. = Mineralien, V. = Versteinerungen.

Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation. Berlin SO. (Trockenplatten.) — Heinrich Alst. Berlin N, Oranienburger Str. 65. (Hämmer, Meißel.) — Paul Altmann. Berlin NW, Luisenstr. 47 (Apparate, Laboratoriumseinrichtungen.) — C. Armbster. Goslar a. H. (M. G.) — Artaria & Co., Geograph. Institut. Wien.

(Umrißkarten.) — A. Auerbach. Hamburg, Passage Scholvien 6. (M., G.) — Benziger. Stuttgart. (Lichtbilder.) — W. Bermpohl. Berlin N., Kesselstr. 9. (Phot. App., Lichtbilder.) — J. Binder, Jurageolog. Ebingen i. Württ. (V.) — J. Blatz. Heidelberg, Am Schloß. (V., M., G.) — Julius Böhm. Wien, Lobkowitzplatz 1. (M., G.) — Gebr. Borntraeger, Verlagsbuchhandl. Berlin, Schöneberger Ufer 12a. (Lichtbilder). — J. u. A. Bosch. Straßburg i. E., Münstergasse 15. (Phot. App., Optik.) — E. A. Böttcher, Naturalienhandlung. Berlin C. 2, Brüderstr. 15. (Alle Lehrmittel.) — F. W. Breithaupt & Sohn. Kassel. (Kompasse.) — Karl Chun, Geograph. Anstalt. Berlin W 35, Steglitzer Str. 11. (Umrißkarten.) — Dreispring, Kartonnagenfabrik. Lahr i. B. (Pappkästen.) — Karl Droop, Mineralienhaus. Dresden-Plauen. (Pappkästen, Utensilien, M., G.) — Dr. L. Eger, Naturhistorisches Institut. Wien VIII, 1, Buchfeldgasse 4. (Utensilien, M., G.) — H. C. E. Eggers & Co. Hamburg 23, Papenstr. (Sammlungsschränke.) — R. Eisenschmidt, Verlagsbuchhandlung. Berlin NW 7, Dorotheenstr. 60. (Karten, Kartentaschen.) — Heinr. Ernemann, A.-G. Dresden. (Phot. App., Optik.) — A. W. Faber. Nürnberg. (Bleistifte, Buntstifte.) — Joh. Faber, A.-G. Nürnberg. (Bleistifte, Buntstifte.) — Dr. H. Franke, Mineralienhandl. Dresden, Haydnstr. 51. (M., G.) — Freiberger Mineralienniederlage der Kgl. Bergakademie. Freiberg i. S. (Hämmer, M., G.) — R. Freudenberg, Radebeul b. Dresden. (M., G.) — G. Freytag & Berndt. Wien VII, Schottenfeldgasse 63. (Umrißkarten.) — V. Frič, Naturhistor. Institut. Prag, Wladislawsgasse 21a. (Utensilien, M., G.) — Friemann & Wolf. Zwickau i. Sa. (Azetylengrubenlampen.) — R. Fuess, Mechan. Werkstätten. Berlin-Steglitz, Düntherstr. 8. (Kompasse, Utensilien, Dünnschliffe, Hämmer, optische App., Exkursionsinstrumente.) — Adolf Gasser. Bozen i. Tirol, Meinhardstr. 11. (M., G.) — Geologische Vereinigung. Karlsruhe, Techn. Hochschule. (Lichtbilder.) — C. P. Goerz, A.-G., Optische Anstalt. Berlin-Friedenau. (Phot. App., Optik.) — Albert Gossen, Berlin-Weißensee. (Sammlungsschränke u. -einrichtungen.) — Grebel, Wendler & Cie., Comptoir min. et géol. suisse. Genf, 3 Cours des Bastions. (Alle Lehrmittel.) — Großberger & Kurz. Nürnberg. (Buntstifte, Bleistifte.) — Bernhard Hauff. Holzmaden i. Württ. (V.) — Julius Herbordt, Naturalienhandlung, Kassel. (M., G.) — Gustav Heyde. Dresden W., Kleiststr. 10. (Exkursionsinstrumente.) — Max Hildebrandt, Freiberg i. S. (Exkursionsinstrumente, Kompasse, Optik.) — H. Hoffmann. Klausthal i. Harz. (Kompasse, geol. u. opt. Instrumente.) — Gebr. Höpfel, Lehrmittelhandlung. Berlin, Rathenower Str. 68. (Alle Lehrmittel, Lichtbilder.) — E. Hölzel, Geograph. Institut. Wien. (Umrißkarten.) — Ica, A.-G. Dresden-A. (Phot. App.) — Fr. Kohl. München, Schellingstr. 30, II. (M., G.) — K. F. Koehler. Lehrmittelanstalt. Leipzig. (Alle Lehrmittel, Lichtbilder.) Großer Katalog unter dem Titel „Bibliotheca Paedagogica". — Dr. F. Krantz, Rhein. Mineralienkontor. Bonn a. Rh. (Alle Lehrmittel, Lichtbilder.) — Aug. Kühnscherff & Söhne. Dresden. (Sammlungsschränke.) — A. Kusche. München-Schwabing, Leopoldstr. 126. (M., G.) — R. Lechner. Wien, Graben 1. (Phot. App., Lichtbilder.) — E. Leitz. Wetzlar. (Lupen, Optik.) — Ed. Liesegang. Düsseldorf. (Lichtbilder.) — Val. Linhof. München, Goethestr. 36. (Kompaß, Instrumente.) — Linnaea. Berlin, Turmstr. 19. (Utensilien, M., G., V.) — A. Linnemann, Mechaniker. Berlin N. 4, Invalidenstr. 44. (Hämmer, Salzsäureflaschen, Handbohrer.) — W. Maucher. München, Schellingstr. 78. (Hämmer, M., G.) — Miersch. Berlin, Friedrichstr. 66. (Salzsäureflaschen.) — Dr. Rob. Muencke. Berlin, Chausseestr. 8. (Salzsäureflaschen, Handbohrer, Instrumente.) — Heinrich Otto. Wien VIII, Schlösselgasse 2. (M., G.) — Justus Perthes, Geograph. Institut. Gotha. (Umrißkarten.) — Otto Perutz. München, Dachauer Str. 50. (Trockenplatten.) — Pichlers Wwe. & Sohn, Wien. (Lehrmittel.) — von Poncet, Glashüttenwerk A.-G. Berlin SO, Engelufer 8. (Salmiakgeistflaschen für Salzsäure, Glasröhren.) — J. M. Reichardt, Lehrmittelhandlung. Halle a. S., Gr. Schulstraße. (Alle Lehrmittel; Edlers Meßblatt.) — C. Reichert. Wien, Bennogasse. (Phot., Opt.) — Dietrich Reimer, Verlagsbuchh. Berlin, Wilhelmstr. 29. (Umrißkarten, Reliefs.) — Paul Reinicke. Rudolstadt. (Geologische Naturaufnahmen, geolog. Lichtbilder einzeln und in Serien.) — Th. Riedel, Verlagsbuchh. München, Prannerstr. 13. (Taschenzirkel.) — Gebr. Rötelmann. Werdohl i. Westf. (Azetylengrubenlampen). — F. Sartorius. Göttingen. (Instrumente.) — L. W. Schaufuß. Meißen. (Lehrmittel.) — L. Schaum. Klein-Linden bei Gießen. (Utensilien, bes. Meißel u. Hämmer.) — Dr. C. Schleußner. Frankfurt a. M. (Trockenplatten.) — Wilhelm Schlüter. Halle a. S., Wuchererstr. (Lehrmittel.) — Fritz Schwalm. Bötzingen am Kaiserstuhl. (G.) — Rich. Schwartzkopf. Berlin, Müllerstr. 172. (Handbohrer.) — W. u. H. Seybert. Wetzlar. (Optik.) — Soennecken. Bonn a. Rh. (Taschenzirkel.) — Dr. Steeg u. Reuter. Homburg v. d. H. (Dünnschliffe, Opt.) — Steegemann. Berlin, Oranienstr. 151. (Phot.) — Dr. F. Stoedtner. Berlin, Universitätsstr. 3B. (Geol. u. pal. Lichtbilder.) — Straube, Geograph. Institut. Berlin. (Umrißkarten.) — R. Stürtz, Min. u. paläontol. Kontor. Bonn a. Rh. (Utensilien, Pappkästen, M., G., V.) — Teplitzer Schaufel- u. Zeugwarenfabrik. Wien I, Hegelgasse 8. (Hämmer.) — L. Tesdorpf, Mechan. Inst. Stuttgart. (Kompasse, Optik.) — C. H. Toellner, Maschinenfabrik. Hahnerberg b. Elberfeld. (Handbohrer.) — J. F. G. Umlauff. Hamburg, Spielbudenplatz 8. (Utensilien, M., G., V.) — C. Viedt. Kammin i. Pomm. (M., G.) — Voigt & Hochgesang. Göttingen, Untere Maschstr. 26. (Dünnschliffe, min. u. petrogr. Instr., Optik, Lichtbilder.) — Voigtländer. Braunschweig. (Phot. App.) — F. Volckmar, Lehrmittelanstalt. Leipzig. (Alle Lehrmittel.) Großer „Schulwart-Katalog". — Günther Wagner. Hannover. (Zeichenmaterialien.) — H. Wagner & Debes, Geogr. Anstalt. Leipzig. (Umrißkarten.) — Westendorp & Wehner. Köln a. Rh. (Trockenplatten.) — Gebr. Wichmann. Berlin, Karlstr. 13. (Zeichenmaterialien.) — Otto Wigand. Zeitz. (Lichtbilder.) — Winkler & Wagner. Wien XVIII, Dittesgasse 11. (Instrumente, Utensilien.) — Karl Zeiß. Jena. (Phot., Opt., Lupen.)

Pflege der Naturdenkmäler.

Von Professor W. Bock, Mitarbeiter an der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege, Berlin.

Im „Handbuch der biologischen Technik", in dem von der Herstellung von Präparaten, dem Konservieren von Tieren und Pflanzen, der Anlage von Sammlungen, Vivarien u. a. die Rede ist, bedarf ein Abschnitt über „Pflege der Naturdenkmäler" einer gewissen Begründung, da solche Einrichtungen in der Regel nicht ohne Schädigung oder Vernichtung lebender Naturkörper getroffen werden können. Wenn man aber die mit Recht ausgesprochene Forderung gelten lassen muß, daß Biologie nicht bloß im Klassenzimmer gelehrt und im Laboratorium behandelt werden soll, sondern daß Ausflüge in die nähere und weitere Umgebung einen notwendigen Bestandteil dieses Lehr- und Studienfaches bilden; daß nicht nur die Lebenserscheinungen des Einzelwesens, die zum Teil unter besonderen Versuchsbedingungen sichtbar werden, Gegenstand der Beobachtung sein sollen, sondern die Lebewesen in ihrer Gesamtheit, in ihren Lebensgemeinschaften dem Schüler vor Augen geführt werden müssen, damit ihm die gegenseitigen Beziehungen und Abhängigkeitsverhältnisse in der Natur verständlich werden; dann wird man die Kenntnis der Naturdenkmäler, ihre Erhaltung und Erforschung als eine wohlbegründete Erweiterung der biologischen Forschung gelten lassen. Denn was sind Naturdenkmäler?

Begriff des Naturdenkmals.

Ist schon der Begriff des Denkmals im allgemeinen nicht einwandfrei festzustellen, so ist der des Naturdenkmals noch viel weniger scharf zu umgrenzen. Während man Kunstdenkmäler, geschichtliche und vorgeschichtliche schon lange Zeit unterschieden hat, ist die Definition des Naturdenkmals erst im letzten Jahrzehnt gefunden worden. Die Denkmalschutzgesetze für Hessen vom 16. Juli 1902 (Art. 33) und für Oldenburg vom 18. Mai 1911 (§ 1, 2) bezeichnen als Naturdenkmäler fast übereinstimmend: Natürliche Bildungen der Erdoberfläche, wie Wasserläufe, Felsen, Bäume u. dgl., deren Erhaltung aus geschichtlichen oder naturgeschichtlichen Rücksichten oder Rücksichten auf landschaftliche Schönheit oder Eigenart im öffentlichen Interesse liegt. In den Grundsätzen für die Wirksamkeit der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen vom 22. Oktober 1906 heißt es in ähnlicher Weise: Unter Naturdenkmälern sind besonders charakteristische Gebilde der heimatlichen Natur zu verstehen, vornehmlich solche, welche sich noch an ihrer ursprünglichen Stätte befinden, seien es Teile der Landschaft (Naturschutzgebiete) oder Gestaltungen des Erdbodens[1]) oder Reste der Pflanzen- und Tierwelt. Diese Definition geht also weiter wie die vorgenannten, indem sie auch Naturdenkmäler der Tierwelt anerkennt. Um ferner zu erläutern, daß diese Begriffsbestimmung jedwede Art von Naturdenkmälern umfaßt, sind eine Anzahl der bekannteren Beispiele[2]) hinzugefügt.

---

1) Geologische Naturdenkmäler sind in die nachfolgenden Betrachtungen nicht einbezogen.

2) Teile der Landschaft: die Schneegruben im Riesengebirge, das Bodetal im Harz, Heidefläche im Lüneburgischen, Hochmoor in Ostpreußen. Gestaltungen des Erdbodens: Basaltfelsen mit säulenförmiger

Übereinstimmend ist in allen Definitionen darauf Wert gelegt, daß die betreffenden Naturkörper natürliche und von Eingriffen des Menschen möglichst unberührt sind, sowie daß sie sich noch an ihrer ursprünglichen Stätte befinden. Damit ist implizite gesagt, daß sie auch in Zukunft vor menschlichen Eingriffen und vor jeder Störung und Veränderung durch die Kultur oder Industrie bewahrt bleiben sollen. Wenn also etwa ein seltener Baum seiner Sicherung wegen verpflanzt wird, ist er kein Naturdenkmal im engeren Sinne mehr, da seine weitere Entwickelung durch den neuen Standort sicher beeinflußt wird; trotzdem wird „aus naturgeschichtlichen Rücksichten" auch seine Erhaltung gefordert werden müssen.

Organisation der Naturdenkmalpflege.

Wenn schon in einzelnen deutschen Bundesstaaten und in anderen Ländern die Naturdenkmäler einen mehr oder weniger beschränkten gesetzlichen Schutz genießen, so hat die Naturdenkmalpflege doch weit allgemeinere Ziele: ihre Aufgaben sind die Ermittelung, Erforschung und Erhaltung der Naturdenkmäler. Denn wie will man Naturdenkmäler schützen, wenn man keine Kenntnis von ihrem Vorhandensein hat, oder ihren wissenschaftlichen, ästhetischen Wert oder ihre Bedeutung für die Heimat nicht zu begründen weiß, oder endlich, wenn man nicht Mittel und Wege zu ihrer Sicherung angeben kann. Auch ist es notwendig, die Idee des Naturschutzes in immer weitere Kreise des Volkes zu tragen und sie dafür zu gewinnen. Das sind aber Aufgaben, die sachgemäß nur der Naturwissenschaftler, der Biologe zu lösen vermag. So haben denn auch vor allem naturwissenschaftliche Stellen, besonders naturwissenschaftliche, erd- und heimatkundliche Vereine oder auch hervorragende Vertreter der biologischen Wissenschaften sich dafür eingesetzt und Organisationen für Naturdenkmalpflege angeregt oder geschaffen.

In Preußen ist die Autorität des Staates dafür gewonnen; im Jahre 1906 wurden vom Abgeordnetenhause die Mittel zur Einrichtung der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege, mit dem Sitz in Berlin, bereitgestellt, zu deren Leiter Geheimrat Conwentz ernannt ist. Für die weitere Arbeit sind in der Monarchie Komitees für die einzelnen Provinzen, Kreise oder Landschaftsteile geschaffen, an deren Spitze ein Verwaltungsbeamter — Oberpräsident, Regierungspräsident, Landrat, Oberbürgermeister u. a. — getreten ist; zur Zeit beträgt die Zahl dieser Komitees über 40. Es sind freie Vereinigungen, die sich aus Vertretern der genannten Vereine zusammengeschlossen haben, denen auch Mitglieder der Behörden, Forstmänner, Künstler und andere interessierte Personen angehören. Alljährlich findet in Berlin eine Konferenz der Geschäftsführer statt, die die einschlägigen Fragen in Vorträgen, Referaten und kleineren Mitteilungen behandelt; auch Vertreter außerdeutscher Länder haben sich dazu eingefunden. Die Ermittelung der Naturdenkmäler ist durch Fragebogen in die Wege geleitet, die in großer Zahl von den Komitees ausgesandt und zum Teil auch schon beantwortet sind. Für die Erforschung haben sich namhafte Gelehrte zur Verfügung gestellt; so ist das Naturschutzgebiet in der Nähe Berlins, das Plagefenn in der Oberförsterei Chorin, von Berliner

Absonderung im Rheinland, der Muschelkalk mit Gletscherschrammen bei Rüdersdorf, die Kreidesteilküste auf Rügen, der Waldboden der Braunkohlenzeit in der Lausitz, Endmoränen und erratische Blöcke im Flachland. Reste der Pflanzenwelt: die Salzflora bei Artern, die Steppenflora im Weichselgebiet, die Zwergbirkenbestände in der Lüneburger Heide und im Harz, der Buchenbestand bei Sadlowo (Ostpr.), der Eibenbestand in der Tucheler Heide, die Mistel bei Segeberg in Schleswig-Holstein, die Wassernuß bei Saarbrücken, Habmichlieb im Riesengebirge. Reste der Tierwelt: Marine bzw. nordische Reliktformen in Binnengewässern, der Biber und andere schwindende Arten in Altwässern der Elbe, das Möwenbruch bei Rossitten, die Kormorankolonie in Westpreußen, der Lummenfelsen auf Helgoland.

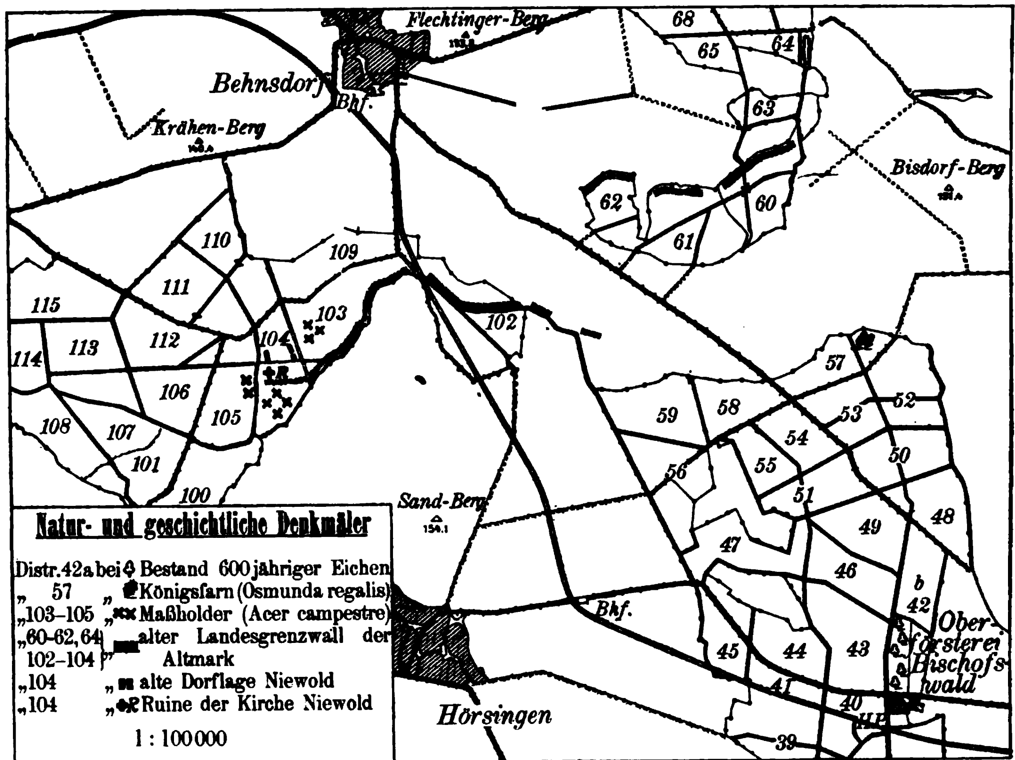


Abb. 342. Ausschnitt aus einer Forstkarte mit eingetragenen Naturdenkmälern (verkleinert).

Gelehrten untersucht und die Ergebnisse sind in einer umfangreichen Schrift niedergelegt.[1]) Untersuchungen anderer Gelände sind im Gange. Die Staatliche Stelle hat es unternommen, die Antworten der Fragebogen, Photographien, Lichtbilder und sonstige Angaben zu einem Archiv der Naturdenkmäler zusammenzustellen.

Die einzelnen Zweige der Staatsverwaltung haben diese Bestrebungen durch Erlasse und Verfügungen unterstützt. So hat das Kultusministerium die Universitätskuratoren und die Rektoren der Technischen Hochschulen angewiesen, das Interesse für Naturdenkmalpflege bei den Studierenden in geeigneter Weise zu fördern. Auf Grund dieses Erlasses sind die Dozenten der naturwissenschaftlichen Disziplinen ersucht worden, „in den Vorlesungen an passender Stelle auf den wissenschaftlichen und ästhetischen Wert der Naturdenkmäler hinzuweisen und die Zuhörer aufzufordern, für deren Erhaltung dereinst mitzuwirken". Auch hat es die Regierungen und Provinzialschulkollegien ersucht, den Leitern der höheren Lehranstalten und Lehrerbildungsanstalten sowie den Kreisschulinspektoren die Weisung zugehen zu lassen, besonders auf Lehrerkonferenzen das Interesse für diese Ideen zu wecken, zu fördern und lebendig zu erhalten. Das Landwirtschaftsministerium hat die ihm unterstellten Hochschulen und Institute in gleicher Weise instruiert. Durch einen weiteren Erlaß sind die Domänen- und Forstbeamten angewiesen, für die Erhaltung und Pflege der Naturdenkmäler in ihren Aufsichtsbezirken Sorge zu tragen. In die Forstkarten sind die vorhandenen Naturdenkmäler einzutragen (Abb. 342) und bei jeder Oberförsterei ist ein Aktenstück darüber anzulegen und auf dem laufenden zu halten.

In anderen deutschen Staaten, auf welche die Darstellung hier beschränkt werden soll,

1) Beiträge zur Naturdenkmalpflege Bd. III. (Das Plagefenn bei Chorin.) Berlin 1912.

ist die Organisation eine freie und der Tätigkeit von Vereinen oder besonders zu diesem Zweck gegründeten Ausschüssen überlassen. In Baden hat der Verein für Naturkunde und Naturschutz in Freiburg auf Veranlassung des Kultusministeriums diese Aufgabe übernommen. In Bayern bildete sich 1905 unter Mitwirkung der Regierung ein Landesausschuß für Naturpflege, zu dem sich Vertreter von naturwissenschaftlichen, künstlerischen und kunsthistorischen Vereinen zusammenschlossen; für jeden einzelnen Landesbezirk wurden hier wie in Preußen weitere Ausschüsse gebildet. Im Königreich Sachsen wirkt seit langer Zeit der Landesverein Sächsischer Heimatschutz auch für die Erhaltung der Naturdenkmäler, für die eine besondere Abteilung Naturschutz rege Tätigkeit entfaltet; hier ist das Ministerium des Innern die aufsichtführende Stelle der Regierung. In Württemberg wurde unter dem Vorsitz des Kultusministers ein Landesausschuß für Natur- und Heimatschutz gegründet. Andere Staaten (Waldeck, Schaumburg-Lippe) haben sich preußischen Komitees angeschlossen. Es mag noch angeführt werden, daß in Baden und Bayern gesetzliche Bestimmungen zum Schutz von Pflanzen und Tieren sowie in Preußen und Sachsen Gesetze gegen die Verunstaltung der Landschaft erfreuliche Wirkungen erzielt haben.

Naturdenkmäler und Biologie.

Aus den Bestimmungen des Begriffs Naturdenkmal ergibt sich, daß solche Naturkörper für Demonstrationen und Beobachtungen am Objekt im Laboratorium nicht in Betracht kommen. Dafür dürften sie aber als biologische Anschauungsmittel in ganz besonderer Weise zu berücksichtigen sein, da sie ja charakteristische Gebilde der heimatlichen Natur darstellen; und für Lehrausflüge bieten sie aus demselben Grunde die ausgezeichnetsten Objekte. Ebenso liefert die Idee der Naturdenkmalpflege auch für die methodische Behandlung des Gegenstandes manche neuen fruchtbringenden Gedanken und Anregungen.

Betrachten wir nun die Beziehungen der Naturdenkmalpflege zur Biologie im einzelnen, so ist zu erörtern

1. die Behandlung der Naturdenkmäler im Unterricht,
2. die Naturdenkmäler als Anschauungsmittel,
3. die Naturdenkmäler und die wissenschaftlichen Ausflüge.

Naturdenkmäler im Unterricht.

Die Naturdenkmäler und ihre Erhaltung sind in den einzelnen Unterrichtsfächern und so auch im biologischen Unterricht bisher wohl nur vereinzelt berücksichtigt worden. Auch enthalten die Lehrpläne noch keine Bestimmungen darüber. Sie fordern nur, daß der Unterricht „zu verständnisvollem Anschauen der umgebenden Natur anleite und an die nächste Umgebung anknüpfe"; oder wie es in den Erläuterungen zur Naturkunde heißt, sind „vorzugsweise die Vertreter der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt, wie sie die Umgebung und die Sammlungen der Schule bieten, zu behandeln". Aus diesen Forderungen ergibt sich, wie vortrefflich die Naturdenkmäler als „charakteristische Gebilde der heimatlichen Natur" im Unterricht herangezogen werden können. Zwar wird man davon absehen, bestimmte Stunden lediglich der Naturdenkmalpflege zu widmen, Vertretungsstunden könnten schon eher in Frage kommen, aber es erscheint durchaus im Sinne moderner Naturbetrachtung und zur Förderung des Naturschutzes notwendig, auch diese Bestrebungen zu berücksichtigen. Das erhellt auch daraus, daß vielfach noch völlige Unkenntnis darüber herrscht, was Naturdenkmäler sind.

Schon beim Beginn des biologischen Unterrichtes sind die allgemeinen Grundsätze des Naturschutzes zu behandeln. Zum verständnisvollen Anschauen der Natur gehört auch

eine sinnige Naturbetrachtung. Daß z. B. die Pflanzen, welche als Vorlage dienen, lebendige Wesen sind, weiß auch der kleine Schüler; aber es kommt ihm nicht zum Bewußtsein, daß etwa eine Verletzung sie schädigt oder töten kann. Eine Äußerung des Schmerzes haben sie nicht, auch können sie sich gegen willkürliche Angriffe nicht oder nur in vereinzelten Fällen wehren; beim Schlehdorn wäre Gelegenheit, auf diese Einrichtung einzugehen. Die Erscheinung des Welkens, die Schlaffstellung der Blätter und Blüten deutet auf die Schutzbedürftigkeit hin. Man knüpfe an solche Betrachtungen die Mahnung, auf Spaziergängen und Ausflügen nur wenige Pflanzen zu pflücken. Es ist eine nur zu häufig beobachtete Tatsache, daß die Kinder namentlich in der Umgebung von Städten und Großstädten in die Kornfelder und auf die Wiese laufen, um die erste beste Blume, die sie sehen, abzureißen. Ein solches Vorgehen muß den Kindern nicht nur vom rechtlichen Standpunkt als strafbar, sondern auch als ein Frevel an der Natur und ihrer Schönheit, als eine Rücksichtslosigkeit auch gegen die Mitmenschen, zu deren Freude die Blumen doch auch blühen, dargestellt werden. Sind doch vielfach in der Nähe von größeren Städten selbst die häufigsten Pflanzen wie Anemonen, Schlüsselblumen, Maiglöckchen u. a. durch unmäßiges Sammeln fast verschwunden. Wenn für den Unterricht das Anschauungsmaterial gesammelt wird, so weise man die Schüler an, die Pflanzen nicht abzureißen, sondern abzuschneiden; besonders Zweige von Bäumen und Sträuchern sollen in dieser Weise entnommen werden. Auch sollen nur wenige Stücke mit der Wurzel ausgegraben werden, da es nicht nötig ist, daß bei einem so geringe Unterschiede zeigenden Organ jeder Schüler ein Exemplar davon in die Hand bekommt.

Auch der zoologische Unterricht bietet reichlich Gelegenheit zur Einführung in den Naturschutzgedanken. Da ist schon auf der untersten Stufe bei der Behandlung der Haustiere darauf hinzuweisen, daß man kein Tier quälen soll. Das Ausnehmen und Zerstören von Vogelnestern ist gesetzlich verboten (§ 33 des Feld- und Forstpolizeigesetzes) und wird auch von der Schule unnachsichtlich bestraft. Der Sammeleifer der Jugend gerät nicht selten mit den Bestrebungen des Naturschutzes in Widerspruch, und so gehen die Meinungen über den Wert von Schmetterlings- und Käfersammlungen, Herbarien u. dgl., die von Schülern angelegt werden, vielfach auseinander. Wenn z. B. die Anlage eines Herbars vom Schüler gefordert wird, so ist dazu eine Anleitung von seiten des Lehrers unbedingt erforderlich. Herbarien, in denen nur ganz unvollständige Pflanzen liegen, oder die beigefügten Notizen nichts weiter als den Namen der Pflanze enthalten, — wie man sie bei Nachfrage oft zu sehen bekommt — sind völlig wertlos und in mehrfacher Beziehung schädlich. Sie verleiten den Schüler zur Oberflächlichkeit, Unordnung, ja zur dünkelhaften Überschätzung seiner Kenntnisse auf diesem Gebiet und tragen mit dazu bei, die Natur zu berauben. Vom Standpunkt der Naturdenkmalpflege muß von solchen Sammlungen dringend abgeraten werden, da sie Gefahren für Naturdenkmäler, wie seltene Tiere und Pflanzen mit sich bringen; denn leicht werden aus solchen Sammlern Jäger nach Seltenheiten. Überhaupt sollen nur diejenigen Schüler Sammlungen anlegen, die sich ernstlich damit beschäftigen wollen; nur für diese hat eine Sammlung wissenschaftlichen und erzieherischen Wert.

Die Behandlung einzelner Naturdenkmäler im Unterricht kann natürlich nicht nach einem bestimmten Schema erfolgen, sondern hängt von der Stoffverteilung, von der zur Verfügung stehenden Zeit usw. ab; vielfach wird sie sich nur auf gelegentliche Hinweise beschränken. Hier können nur einige Beispiele herausgegriffen werden. Der Storch wird auf der Unterstufe besprochen. Hier können bereits die Ringversuche erwähnt werden, die über seine Wanderzüge Aufschluß gegeben haben. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß seine Zahl in Deutschland bedeutend abgenommen hat, und die Ursachen dieser Abnahme sind zu erörtern. Zum Ver-



Abb. 343. Die Vogelschutzstätte Norderoog. Hauptbrutstätte der Brandseeschwalbe, *Sterna cantiaca*. (G. E. F. Schulz phot.)

gleich wird auf den Schwarzstorch verwiesen werden, der in ganz Deutschland selten und deshalb ein Naturdenkmal ist. Der Fischreiher ist nicht nur als ein arger Fischräuber zu kennzeichnen, man versäume nicht hinzuzufügen, daß er überall von Fischern und Jägern aufs eifrigste verfolgt wird und deshalb von Jahr zu Jahr mehr verschwindet, ja im Königreich Sachsen als Brutvogel überhaupt nicht mehr vorkommt. Bei der Behandlung der See- und Strandvögel oder der Singvögel ist Gelegenheit, die Bestrebungen des Vogelschutzes zu würdigen. Unablässige Verfolgung — teils aus Gewinnsucht, teils aus gedankenloser Lust an der Schießerei — und fortgesetzter Eierraub hatten die Zahl der Seevögel so erheblich vermindert, daß man sich gezwungen sah, Vogelschutzstätten an den deutschen Küsten einzurichten (Abb. 343), um der weiteren Vernichtung Einhalt zu tun. Den Singvögeln ist besonders die fortschreitende Kultur des Bodens gefährlich geworden. Die Büsche und Hecken an Feldrainen und Gräben sind entfernt und so den Vögeln Zufluchts- und Niststätten genommen. Die neuzeitliche Bauweise hat manchem Vogel auch auf dem Lande die Anlage von Nestern unmöglich gemacht; so ist die Abnahme der Schwalben in den Dörfern teilweise dadurch zu erklären, daß es den Tieren in den massiven und gewölbten Ställen und Scheunen unmöglich ist, die Nester zu befestigen, und wo eine geordnete Straßenreinigung eingeführt ist, finden sie nicht einmal mehr das Material zum Nestbau. Durch Anlage von Nistgehölzen, durch Aufhängen von Nistkästen und -urnen ist man bestrebt, den Vögeln die verlorenen Stätten wiederzuersetzen. Daß die Singvögel nicht bloß durch ihren Gesang den Menschen erfreuen, sondern auch erheblichen wirtschaftlichen Nutzen bringen, wird dem Schüler leicht verständlich, wenn man darauf hinweist, wieviel Ungeziefer von ihnen verzehrt wird. Wie eifrig durchsuchen Meisen, Kleiber und Baumläufer jede Baumritze nach versteckten Schädlingen. Des-

halb hat sich ihrer das Vogelschutzgesetz ganz besonders angenommen und ihre Schonzeit auf das ganze Jahr ausgedehnt. Die Drosselarten sind früher zahlreich dem Dohnenstieg zum Opfer gefallen: jetzt ist jedes Fangen mittels Leimes oder Schlingen verboten. So können die wichtigsten Bestimmungen des Vogelschutzgesetzes (vom 30. Mai 1908) an geeigneter Stelle im Unterricht berücksichtigt werden. Auch auf die Notwendigkeit internationaler Bestimmungen zum Schutze gewisser Tiere wird der Schüler aufmerksam, wenn er erfährt, wie viele Vögel in den Mittelmeerländern auf dem Durchzug gefangen werden. Bei der Betrachtung der sog. Raubtiere ist hervorzuheben, daß ihre Lebensweise mit ihrem Körperbau in Wechselbeziehung steht, daß nicht bewußte — also menschliche — Untugenden wie Beutegier, Blutdurst, Grausamkeit u. ä. die Triebfeder ihres Handelns sind, sondern in der Regel der natürliche Erhaltungstrieb. Dieser Gedanke ist nicht neu. Stifter schreibt in seinen Studien (Der Hochwald 1841) von einem Geier, „daß sie ihn draußen ein Raubtier heißen, daran ist er so unschuldig wie das Lamm; er ißt Fleisch wie wir alle auch; er sucht sich seine Nahrung auf wie das Lamm, das die unschuldigen Kräuter und Blumen ausrauft. Es muß wohl so Verordnung sein in der Welt, daß das eine durch das andere lebt." Unter Berufung auf ihre Schädlichkeit werden viele Tiere unnachsichtlich verfolgt; dabei wird aber nicht bedacht, daß ein jedes im Naturganzen ein Glied darstellt, dessen Fehlen eine unausfüllbare Lücke schafft. Dazu kommt, daß der Begriff der Schädlichkeit keineswegs ein feststehender ist; die Beurteilung des Nutzens und Schadens eines Tieres hat sich unter der Einwirkung des Naturschutzgedankens wesentlich geändert; man hat erkannt, daß die Vernichtung einer Tierart mehrfach das Überhandnehmen einer anderen im Gefolge hatte. So nahmen z. B. mit der Ausrottung der Krähen in einer Gegend die Kreuzottern auffällig zu. Es ist deshalb unter Hinweis auf solche Tiere, die erst in geschichtlicher Zeit ausgerottet sind, wie Dronte, Stellers Seekuh u. a., zu betonen, daß die Tiere um ihrer selbst willen zu schützen sind, aus ethischen Gründen und um der Verödung der Natur vorzubeugen; auch bei den sog. schädlichen Tieren wird man noch immer eine gute Seite nachweisen können. Die Vernichtung aussterbender Arten muß ferner aus wissenschaftlichen Gründen hintenangehalten werden. Mag ihre Lebensweise noch so eingehend erforscht sein, so wird eine fortgesetzte Beobachtung, die die vollkommeneren Methoden und Hilfsmittel der Neuzeit zu Rate zieht, doch manche bisher noch offene Frage zu lösen imstande sein. Man denke an die Entwicklung des Aales, die erst in den letzten Jahren bekannt geworden ist, oder an die mangelnde Brutpflege des Kuckucks, die noch immer nicht genügend aufgeklärt ist. Was hier von der Behandlung der Säugetiere und Vögel ausführlicher gesagt ist, gilt natürlich auch für die Kriechtiere und Lurche, Insekten, Würmer usw., mit denen sich der Unterricht auf den höheren Stufen beschäftigt. Auch der Schutz der Kleintierwelt muß dem Schüler immer wieder ans Herz gelegt werden. Bei der Behandlung des Systems und bei Bestimmungsübungen sind die häufiger vorkommenden Pflanzen zugrunde zu legen; aber es ist bei geeigneten Objekten ein Hinweis auf die selteneren Arten und Gattungen, die ja in keiner Lokalflora fehlen, durchaus angebracht. Daran ist die Mahnung zu knüpfen, solche Pflanzen zu schonen, den Standort anderen nicht zu verraten, besonders Sammlern, von denen man gewärtig sein kann, daß sie ihn berauben. Das gilt besonders von den Orchideen, Farnen u. a.

In der Tier- und Pflanzengeographie, die den oberen Stufen zugewiesen ist, wird sich vielfach Gelegenheit finden, charakteristische Teile der Landschaft, d. h. Lebensgemeinschaften, die die Bedeutung von Naturdenkmälern haben, zu betrachten; etwa ein Moor, eine Heide- oder Dünenlandschaft, Steppengelände, Strandflora und -fauna u. dgl. Wie die Kultur diese Bildungen verändert hat und noch verändert, wird sich an mannigfachen Beispielen nachweisen

lassen und damit der Gedanke verknüpft werden können, daß die Heimat mehr und mehr verödet und an Schönheit und Eigenart einbüßt, wenn nicht einzelne dieser Landschaftsformen und Lebensgemeinschaften unverändert erhalten bleiben. Von besonderer Wichtigkeit ist die Erhaltung der Verbreitungsbezirke. Während ein Tier oder eine Pflanze im Innern des Verbreitungsgebietes im allgemeinen nicht als Naturdenkmal anzusehen ist, sind sie an ihren äußersten Wohn- oder Standorten zu schützen. Die Nachtigall ist östlich der Oder kaum noch beobachtet, hier ist sie ein Naturdenkmal; ein gleiches gilt vom Fadenmolch (*Triton palmatus*), dessen nördlichster Standort in Deutschland bei Harburg festgestellt wurde. Die Grenze ihrer Verbreitung erreichen ferner in Norddeutschland die Bergunke (*Bombinator pachypus*), der Hirschkäfer, die Weinbergschnecke; letztere meist an Stellen, die die Annahme bestätigen, daß das Tier von Mönchen als Fastenspeise eingeführt ist. Eine größere Zahl von Vegetationsgrenzen durchkreuzt Mitteleuropa, weil hier verschiedene Florengebiete zusammentreffen. So dringen alpine Pflanzen bis an den Nordrand der Mittelgebirge vor; ja ein vereinzelter Standort von *Arctostaphylos Alpina* wird in Dänemark als Naturdenkmal geschützt. Im Gegensatz dazu sind nordische Pflanzen (Zwergbirke), die wohl als Reste der Eiszeit anzusehen sind, bis in die Lüneburger Heide hinein beobachtet. Das atlantische Florengebiet begleitet in schmalem Streifen die Ostseeküste und hat noch vereinzelte Vorposten (*Erica tetralix*, *Myrica gale*) in der Lausitz stehen. Die pontische Pflanzengemeinschaft reicht im Westen bis Kreuznach, wo im Nahetal ein Bestand von *Stupa pennata*, *Oxytropis pilosa* u. a. geschützt ist. Einzelne Baumarten erreichen in Deutschland ebenfalls ihre Verbreitungsgrenze; so ist die Nordgrenze der Weißtanne bei Sorau und Elsterwerda, die Ostgrenze der Rotbuche in Ostpreußen, der Elsbeere und des Feldahorns in Westpreußen. Die Mistel ist in der Provinz Schleswig-Holstein nur an einer einzigen Stelle, in der Oberförsterei Segeberg bekannt und als Naturdenkmal geschützt.

In biologische Lehrbücher hat die Idee der Naturdenkmalpflege bisher noch wenig Eingang gefunden, obwohl sich Hinweise auf Gefährdung oder Schutzbedürftigkeit des einzelnen Lebewesens oft schon aus der Verbreitung oder Lebensweise selbst ergeben (s. Literaturverzeichnis: Heering). Statt dessen findet man nicht selten Übertreibungen der Schädlichkeit dieses oder jenes „Räubers". In Florenwerken sind jeder Pflanzenbestimmung Angaben über Seltenheit, in Schulfloren wohl auch über Giftigkeit hinzugefügt; wünschenswert ist auch ein Vermerk über Gefährdung oder Schutz. Besonders bei Sammelanleitungen sollte ein solcher Hinweis nie fehlen.

Naturdenkmäler als Anschauungsmittel.

Bei der Herstellung biologischer Wandtafeln sind naturgemäß besonders solche Objekte oder Teile von ihnen zu berücksichtigen, die für die biologische Betrachtungsweise von Wichtigkeit sind. Nicht selten sind die Abbildungen schematisiert, um das Wesentliche besser hervortreten zu lassen. Für solche methodischen Wandtafeln kommen Naturdenkmäler kaum in Frage, denn wenn sie zur Anschauung gebracht werden sollen, so kann dies ihrem Charakter entsprechend nur in ihrer ursprünglichen Form oder Gestalt geschehen, jede willkürliche Änderung würde auch hier der dargestellten Natur Zwang antun. Aber auch für nicht rein methodische Bilder muß die Frage der Darstellungsweise erst gelöst werden. Denn fast alle Wandbilder, die bisher in Gebrauch sind, stammen von Künstlerhand, weisen also gewisse persönliche Zutaten auf, die kein Bild eines Naturdenkmals haben darf. Deshalb finden wir auch unter den bisher vorhandenen Wandbildern zur Biologie noch keine Darstellungen von Naturdenkmälern; nur einzelne Landschaftsbilder, die für den erdkundlichen Unterricht hergestellt sind, können hier etwa in Betracht kommen, wie der Rheinfall, die Schneekoppe u. a.

Aber sie enthalten andererseits keine biologischen Motive. Besser entsprechen diesen Anforderungen die Raubvogeltafeln und Vogelwandtafeln, die vom Deutschen Verein zum Schutze der Vogelwelt herausgegeben sind, und die vom Verein zum Schutz und zur Pflege der Alpenpflanzen zusammengestellten Abbildungen der in Oberbayern usw. gesetzlich geschützten Pflanzen. Ein weiterer Umstand, der bei der Verwendung von Naturdenkmälern für Wandbilder in Frage kommt, ist die Forderung, bei der Auswahl der naturkundlichen Lehrmittel auf die heimatlichen Verhältnisse Rücksicht zu nehmen. Nun ist der Wunsch durchaus berechtigt, daß möglichst für jeden einzelnen Landesteil besondere Tafeln hergestellt werden; auch würde das Anschauungsmaterial dadurch viel mannigfaltiger werden, als es bisher ist. Aber die Herstellung solcher Bilder würde verhältnismäßig kostspielig sein, da nur auf ein beschränktes Absatzgebiet gerechnet werden kann. Man könnte daran denken, gute Photographien zu vergrößern und als Wandbilder zu benutzen; aber Tafeln, die bloße Vergrößerungen photographischer Aufnahmen darstellen, wird kaum ein Verlag herausgeben wollen. Man muß deshalb versuchen, die Deckung der Kosten in geeigneter Weise herbeizuführen. Hier kann die Unterstützung naturwissenschaftlicher, erd- und heimatkundlicher Vereine oder von anderen, die an der Förderung der Naturdenkmalpflege Interesse haben, nutzbar gemacht werden. Vereine ehemaliger Schüler könnten Mittel zur Herstellung solcher Bilder für ihre Anstalt aufbringen. Auch Stiftungen könnten zur Beschaffung solcher Tafeln herangezogen werden, und hochherzige Gönner würden sich wohl zu solchen Schenkungen an Universitäten, Akademien und andere Anstalten bereit finden lassen. Besonders wichtig ist die Mitwirkung von wissenschaftlichen Anstalten, die ihren Sammlungen auch Bilder von Naturdenkmälern einreihen müßten, wie Heimats- und Provinzialmuseen, Museen und Institute für Naturkunde und Erdkunde. Sie würden einerseits imstande sein, durch sachliche Vorschläge aus ihrer Erfahrung und Kenntnis der Heimat heraus die Herstellung zu fördern, andererseits durch Ankauf der Bilder einen größeren Absatz zu bewirken. Wenn nach dem bisher Gesagten die Wiedergabe von Naturdenkmälern auf Wandbildern noch erheblichen Schwierigkeiten begegnet, so sind doch manche anderen Möglichkeiten der Darstellung gerade für Zwecke der biologischen Technik vorhanden. Die Kunst der Photographie ist heute so weit verbreitet, die Zahl der Liebhaberphotographen unter Lehrern, Studierenden und Schülern so groß, daß sicher viele unter ihnen nur der Anregung bedürfen, um ihr Interesse der Aufnahme von Naturdenkmälern zuzuwenden (s. Literaturverzeichnis: Schulz). Von den brauchbaren Platten wären Lichtbilder oder Abzüge herzustellen, die vielleicht den Anstalten als Geschenke für die Sammlungen überlassen würden oder gegen Erstattung der Unkosten erworben werden könnten. Bei der großen Vollkommenheit der heutigen Projektionsapparate bietet das Lichtbild eine außerordentlich wirksame Unterstützung nicht nur beim Unterricht, sondern auch bei Vorträgen. Auch hat die Wiedergabe im Lichtbilde den Vorzug, daß die Naturgebilde in ihrer ursprünglichen Gestalt und Umgebung, bei farbigen Photographien (Autochromplatten) auch in ihren natürlichen Farben und endlich annähernd auch in der wahren Größe wiedergegeben werden, so daß Einzelheiten deutlich hervortreten. Ausgewählte Abzüge ferner ließen sich vervielfältigen oder könnten als Ansichtspostkarten gedruckt werden. Ist es für die Anschauung von Nutzen, den Schülern im Unterricht solche Bilder in die Hand zu geben, da sie so die dargestellten Gegenstände genauer kennen lernen, so ist es noch wichtiger, einzelne Bilder oder Serien ihnen dauernd zu überlassen und sie anzuhalten, sie zu sammeln. Denn so werden die Naturdenkmäler auch im Elternhause und darüber hinaus bekannt, die Kenntnis der Heimat und des Vaterlandes wird gefördert und der Sinn für die Erhaltung der Denkwürdigkeiten der Natur dadurch geweckt.

Die Zahl der schon im Bilde festgehaltenen Naturdenkmäler ist gewiß größer, als im

allgemeinen bekannt ist. So findet man nicht selten auf Reisen Ansichtspostkarten, die etwa einen erratischen Block, einen bemerkenswerten Baum u. dgl. zeigen. Auf Veranlassung der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege ist aus dem von der Staatsforstverwaltung bei Sababurg im Reinhardswald, in der Oberförsterei Hombressen, eingerichteten Reservat eine Serie von zwölf Ansichtspostkarten im Verlag von Susanne Homann, Darmstadt, erschienen, die mächtige, alte Eichen und starke Buchen darstellen. Der Naturwissenschaftliche Verein zu Gotha hat Naturdenkmäler aus dem Herzogtum Gotha herausgegeben, der Bund für Vogelschutz in Stuttgart farbige Postkarten von schützenswerten Vögeln usw. Besonders gelungen in der Ausführung und Farbengebung sind die nach Naturaufnahmen von Pflanzen und schönen Landschaften aus verschiedenen Gegenden Deutschlands in Photochromie hergestellten Blumenpostkarten von Renke und Ostermaier in Dresden, die die weiteste Verbreitung verdienen. Ferner sind hier zu nennen die Natururkunden von Georg E. F. Schulz, denen man bei der Vorzüglichkeit der Darstellung nicht anmerkt, wieviel Zeit, Mühe und Vorsicht der Photograph aufgewandt haben muß, um an die einzelnen Tiere so nahe heranzukommen, daß die Platte sie so scharf festhielt, oder um bei Pflanzen die richtige Verteilung von Licht und Schatten zu erreichen. Die Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege hat ein Archiv für Photographien und Bilder von Naturdenkmälern eingerichtet und alle interessierten Kreise um Zusendung solcher Bilder gebeten. Jedes Heimatmuseum müßte in gleicher Weise Aufnahmen aus der heimatlichen Natur sammeln, wie es schon vielfach geschieht. Besonders gelungene und charakteristische Bilder könnten dann als Vorlagen der oben erwähnten Wandbilder dienen.

Es erscheint hier angebracht, außer den früher angeführten eine Reihe von Naturdenkmälern zu nennen, deren Kenntnis möglichst allgemein verbreitet werden müßte; teilweise sind sie bereits in Naturaufnahmen vorhanden. Säugetiere: Bär, Dachs, Edelmarder, Nerz, Luchs, Wildkatze; Biber, Haselmaus; Igel; Elch, Wisent. Vögel: Steinadler, See- und Schreiadler, Wanderfalk und andere Falken; Uhu, Mandelkrähe, Kolkrabe; Kranich, Schwarzstorch, Kormoran, Kampfläufer, Säbelschnäbler und andere selten gewordene Strandvögel; Eisvogel, Wasseramsel. Kriechtiere und Lurche: Schildkröte, Smaragdeidechse, Haselnatter, Würfelnatter; Feuersalamander, Bergmolch, Fadenmolch. Wirbellose: Apollofalter, Hirschkäfer, Goldlaufkäfer, Kiemenfußkrebs u. a. Dem Einwand, daß die Bilder ausgestopfte oder präparierte Stücke nicht ersetzen können, darf man entgegenhalten, daß bei manchem der genannten Tiere die Beschaffung für Sammlungen leicht zu ihrer Ausrottung beiträgt. So haben es leider gewerbsmäßige Sammler, die für Museen und höhere Schulen den Olm, *Proteus anguineus*, gesammelt haben, dahin gebracht, daß das in seinem allerdings beschränkten Gebiet häufig vorkommende Tier jetzt fast völlig verschwunden ist. Das preußische Kultusministerium hat infolgedessen angeordnet, daß im Zeichenunterricht von der Verwendung solcher Vorlagen, wie Eisvogel, Mandelkrähe, Apollofalter u. a., deren Fortbestehen dadurch gefährdet erscheint, in Zukunft abzusehen ist. Wichtiger noch ist die bildliche Darstellung der Naturdenkmäler aus der Pflanzenwelt, da sie, soweit es sich nicht um diejenigen der nächsten Umgebung handelt, fast die einzige Möglichkeit bietet, eine allgemeinere Kenntnis solcher Gebiete zu erlangen, oder sie im Unterricht zu veranschaulichen. Für die Beurteilung einer Pflanze als Naturdenkmal kommt zuerst ihre Seltenheit in Betracht. Seltene Flechten und Moose (Leuchtmoos) werden an manchen Stellen geschützt; von Farnen sei der Königsfarn, ferner *Ceterach* und *Hymenophyllum* genannt. Viele Orchideen sind durch absonderliche Blüten ausgezeichnet, wie die *Ophrys*-Arten und der Frauenschuh, der seinen Namen von der eigentümlichen Form seiner Unterlippe erhalten hat. Von Wasserpflanzen



Abb. 344. Stranddistel *(Eryngium maritimum)* auf Hiddensöe; durch Polizeiverordnung geschützt. (U. Bock phot.)

sei die Wasserfalle *(Aldrovandia)* und die Wassernuß erwähnt; die Eibe *(Taxus)*, Zwergbirke und Hülse *(Ilex)* sind Holzgewächse, die sich nur ganz vereinzelt finden, oder auf weite Strecken hin in Deutschland fehlen. Den Überbäumen verleiht ihr ungewöhnlicher Standort auf anderen Bäumen oder Gebäuden besonderen Wert. In Betracht kommen dabei vorwiegend Arten, deren Früchte oder Samen von Vögeln verschleppt oder vom Winde fortgeführt werden, wie Eberesche, Birke, Kiefer u. a. Die Schönheit der Blüten ist dem Edelweiß und den Enzianarten sowie den Alpenrosen so verderblich geworden, daß Österreich und die Schweiz sie erst durch Gesetz schützen mußten, um ihre Ausrottung in manchen Alpengebieten zu verhindern. Die so dekorativ wirkende Stranddistel (Abb. 344) ist jetzt an der ganzen deutschen Seeküste durch Polizeiverordnungen geschützt; sie war in der Nähe der Badeorte schon fast völlig verschwunden. Beziehungen zum Menschen verleihen manchen Bäumen ihre Bedeutung: die Femlinden waren die Stätten der freien Gerichtsbarkeit; die Beutkiefern, in deren Höhlungen wilde Bienenschwärme ihren Honig sammelten, erinnern an ein früher in Nordostdeutschland blühendes Gewerbe; die Wotanseiche, Herthabuche weisen auf die Götterwelt der alten Germanen, die Brautbäume auf Volksgebräuche, die Königsbuche, Bismarckseiche usw. auf geschichtliche Vorgänge oder Personen hin. Seltene Abarten wie die Trauerfichte mit peitschenähnlich herabhängenden, die Süntelbuche mit schlangenförmig gewundenen Ästen, die ihre Eigenart auch auf ihre Nachkommen vererben, sind ebenso bemerkenswerte Naturdenkmäler wie die Wuchsformen der Stelzenfichte, der zweibeinigen Kiefer (Abb. 345) und der Harfenbäume. Endlich sind die noch vereinzelten Riesenbäume, welche sich nicht nur durch ihr hohes Alter und ihre Stärke, sondern meistens auch durch ihre malerischen Formen auszeichnen, überall des Schutzes wert und wenigstens im Bilde zu erhalten. (S. Literaturverzeichnis: Forstbotanisches Merkbuch).

Schon diese kurze Übersicht dürfte zeigen, wie mannigfach die Anschauung dieser charakteristischen Gebilde die Biologie unterstützen und den Unterricht vertiefen kann. Deshalb ist es auch zu erstreben, daß solche Bilder mehr und mehr in die biologischen und auch andere Lehrbücher und Leitfäden übergehen und die nicht selten minderwertigen Abbildungen ersetzen.

Neben der Kenntnis der Objekte selbst ist aber auch die ihres Standortes oder ihres Vorkommens von Wichtigkeit. Deshalb sind die Naturdenkmäler in Karten einzutragen, wie es seitens der preußischen Landesaufnahme für den Neudruck der Meßtischblätter angeordnet und auch von der preußischen Forstverwaltung bei der Herausgabe neuer Revierkarten für die einzelnen Oberförstereien bereits erwähnt ist. Daneben würden aber noch genaue Standortskarten für einzelne seltene Pflanzen oder Wohnstätten von Tieren erwünscht sein, am geeignetsten wohl in Koordinaten mit Angabe der Maße. Diese Karten dürften zwar im Unterricht kaum Verwendung finden, da ihre Bekanntmachung die Naturkörper leicht gefährden könnte; sie müßten aber in den Sammlungen der Anstalten oder in Museen aufbewahrt werden, um die Wiederauffindung zu erleichtern oder zu ermöglichen; im städtischen Museum in Bremen sind z. B. Karten für Standorte seltener Pflanzen niedergelegt. Ferner kommen Übersichtskarten für ganze Bezirke in Betracht (Abb. 346); sie bieten die Möglichkeit, eine Vorstellung über die Häufigkeit einer Pflanzen- oder Tierart zu gewinnen, und würden bei späteren Untersuchungen im Gelände erkennen lassen, in welcher Weise sich die Dichtigkeit und Verbreitung dieser Art verändert hat. Von einer genauen Angabe der Standorte ist jedoch abzusehen, um sie nicht geschäftsmäßigen Sammlern zugänglich zu machen. In beschränktem Maße könnten Angaben aus den eben genannten Karten auch in Wandkarten für Tier- und Pflanzengeographie, besonders aber für Heimatkunde übernommen werden. Wenn oben Bedenken dagegen ausgesprochen wurden, Naturdenkmäler bei der Anlage von Sammlungen zu berücksichtigen, weil damit leicht eine Gefährdung verbunden ist, so soll anderseits darauf hingewiesen werden, wie das Sammeln von Tieren und Pflanzen in der Heimat ein Urteil darüber gewinnen läßt, welche von ihnen besonders selten und deshalb zu schützen sind. Auch andere Anschauungsmittel wie Schulgärten, Aquarien, Terrarien, Vivarien u. dgl. dürften für die Pflege der Naturdenkmäler sowie zur Vertie-



Abb. 345. Zweibeinige Kiefer an der Chaussee Potsdam-Michendorf; von der Forstverwaltung geschützt. (U. Bock phot.)

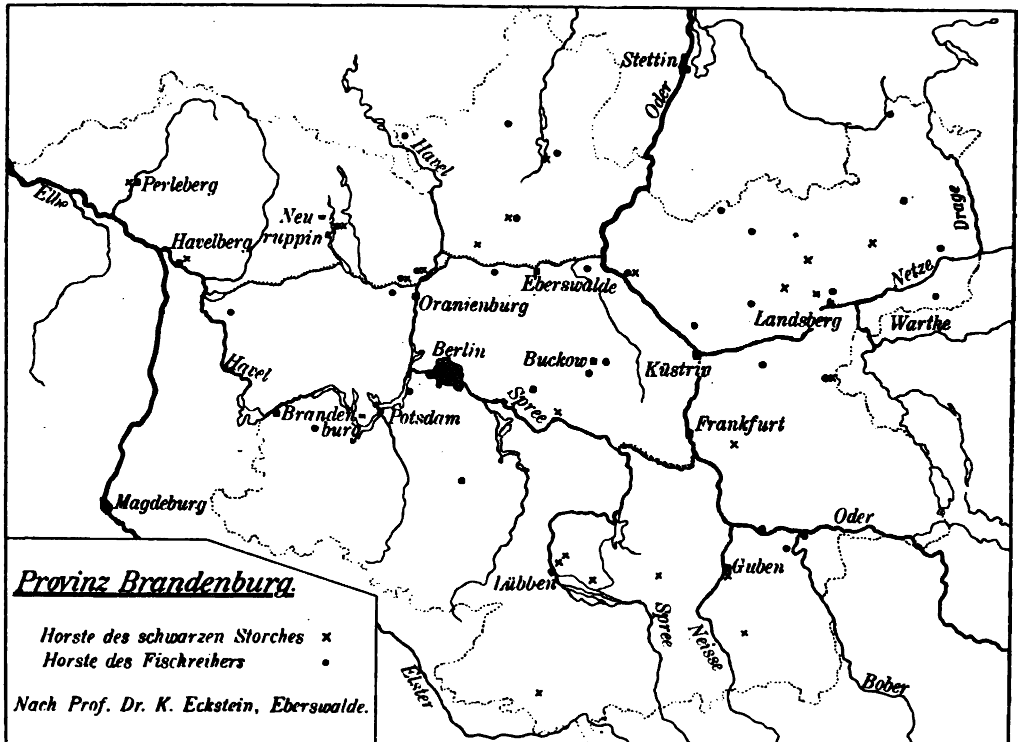


Abb. 346. Übersichtskarte von Vogelhorsten; die Standorte sind nur allgemein angegeben, um eine Gefährdung auszuschließen.

fung biologischer Kenntnisse von nicht geringem Nutzen sein, da sie zur sorgfältigen Pflege und Beobachtung der Lebewesen überhaupt anregen, und manche Belehrung über Tier- und Pflanzenschutz bieten.

Naturdenkmäler und Ausflüge.

Die Exkursionen werden ausführlich in einem anderen Abschnitt dieses Buches behandelt (s. Literaturverzeichnis: Fricke). Hier soll im besonderen untersucht werden, in welcher Weise Naturdenkmäler auf biologischen Ausflügen zu berücksichtigen sind. Erinnert man sich wiederum daran, daß sie „charakteristische Gebilde der heimatlichen Natur" darstellen, so dürften sie als Ziel- und Kernpunkt solcher Ausflüge vornehmlich in Frage kommen, die die Aufgabe haben, „die Schüler in das Verständnis der Erscheinungen einzuführen, wie sie die freie Natur der Heimat darbietet". Je weniger die Natur durch menschliche Eingriffe verändert ist, je mehr die einzelnen Naturkörper von ihrer Ursprünglichkeit bewahrt haben, um so anziehender gestaltet sich ihre Untersuchung; desto leichter lassen sich die Entwickelungs- und Lebensbedingungen ermitteln, um so klarer werden die Beziehungen der einzelnen Organismen zueinander. Nur durch Beobachtung in freier Natur vermag der Forscher die Abhängigkeit der Pflanze von der Bodenunterlage nachzuweisen, nur so kann dem Schüler die Anpassung und das Gebundensein der Tiere an gewisse Nährpflanzen gezeigt werden. Aus solchen Erwägungen heraus ist es vom Standpunkt der Naturdenkmalpflege mit Freuden zu begrüßen, daß die Vertreter der Biologie fast ohne Ausnahme die Lehrausflüge als einen wesentlichen Bestandteil des Unterrichts erklären. Infolgedessen sind sie mehr und mehr auch in den höheren Lehranstalten in Aufnahme gekommen, wie sie auf Universitäten, Hochschulen und Akademien bereits seit langem gepflegt werden. Hochschullehrer sind es z. B. auch gewesen, die die Einrichtung von Naturschutzgebieten als Studienobjekte befürwortet und gefördert haben. So



Abb. 347. Herthasee auf Rügen. (U. Bock phot.)

wurde bei allen Anträgen auf Erhaltung des Grunewalds bei Berlin von naturwissenschaftlicher Seite seine Bedeutung für geologische, botanische und zoologische Studien betont, und in dem Werk über das Plagefenn bei Chorin[1]) hebt der Botaniker Dr. **Ulbrich** besonders hervor: „Für Lehrzwecke und zu Demonstrationen der Abhängigkeit der Pflanzendecke von den verschiedensten ökologischen Faktoren, insbesondere zur Erklärung der Wirkung der terrestrischen Faktoren bietet das Reservat eine Fülle von Beispielen, ja es ist stellenweise geradezu als ideal zu bezeichnen". Auf Anregung des Professors **Zopf** in Münster ist in der dortigen Oberförsterei das Wolbecker Gehölz geschützt worden, um die auf alten Eichen, Buchen, Eschen usw. vorkommende reiche Flechtenflora zu Studien- und Unterrichtszwecken zu erhalten.

Es wird im allgemeinen von den örtlichen Verhältnissen abhängen, ob bei wissenschaftlichen oder Schulausflügen Naturdenkmäler aufgesucht werden sollen und können. Es darf nicht verschwiegen werden, daß die Kenntnis der Naturdenkmäler auch bei den Nächstbeteiligten nicht immer in dem Maße vorhanden ist, als es erwünscht wäre. So müßten die Lehrer der Heimatkunde, Erdkunde und der Biologie mit den Denkwürdigkeiten der näheren Umgebung ihres Wohnortes möglichst vollkommen vertraut sein. Die von den Komitees aufzustellenden Verzeichnisse und die Forstbotanischen Merkbücher können dabei treffliche Dienste leisten, oder auch die sogenannten Waldbücher und vereinzelte Heimatkunden. Nur so ist der Lehrer in der Lage, die Bedeutung eines Naturdenkmals an Ort und Stelle in das rechte Licht zu stellen. Welche Naturdenkmäler kommen nun bei Ausflügen hauptsächlich in Betracht? Naturgemäß diejenigen, welche auch im Bilde nur unzureichend wiedergegeben

1) A. a. O. S. 255



Abb. 348. Starke Eiche aus dem Naturschutzgebiet Sababurg im Reinhardswald. (U. Bock phot.)

werden können, also nur in praxi der biologischen Betrachtung zugänglich sind, d. h. die Landschaftsformen und Lebensgemeinschaften.

Aussichtspunkte und Anhöhen ermöglichen einen Überblick über einzelne Teile der Landschaft, zeigen besonders schöne Punkte, Durchblicke u. dgl. Hier kommt dem Beschauer nicht nur die Schönheit der Heimat zum Bewußtsein, es ist auch die Möglichkeit gegeben, durch Vergleiche der Vorstellung des Schülers andere Gegenden nahe zu bringen, Höhenunterschiede klar zu machen, den Lauf von Bach und Fluß zu verfolgen und mit dem Kartenbild zu vergleichen. Teiche und Seen gewähren nicht nur durch ihre schönen Uferlandschaften besonderen Naturgenuß, in manchen Fällen hat sie auch die Sage verklärt (Herthasee, Abb. 347). Für die Biologie sind sie aber besonders wichtig, weil sie meist eine außerordentlich reiche, wechselvolle Flora und Fauna beherbergen, die wohl auch in der Lage ist, eine größere Zahl von Stücken für Untersuchungen im Laboratorium zu liefern. Dazu kommt, daß das anziehende Spiel der Wassertiere den Beschauer lange fesselt, und daß das empfängliche Gemüt des Schülers wohl auch ohne besondere Anregung des Lehrers es als einen Frevel an der Natur empfindet, diese Harmonie unnützerweise zu stören. Ähnliches gilt vom Sumpf und Moor, besonders dem Hochmoor, das wie keine andere Pflanzengemeinschaft in gleichem Maße durch eine Reihe von Charakterpflanzen (*Ericaceae*, *Vacciniaceae*, *Cyperaceae*, *Empetrum* u. a.) ausgezeichnet ist. Hier finden wir noch manche Pflanze erhalten, die einen Rest aus der Eiszeit darstellt oder bei uns eingewandert ist, als der Mensch seinen Einzug in Deutschland hielt. Die Erforschung der unterlagernden Schichten hat Kunde von Tier- und Pflanzenarten gegeben, die heute ausgestorben sind, man denke an die Nymphäazee *Brasenia purpurea* u. a. Aus solchen Funden kann man auch auf die klimatischen Verhältnisse schließen, die ehemals hier herrschten. Das größte deutsche Naturschutzgebiet ist ein Hochmoor, das Zehlaubruch in Ostpreußen. Be-

stände von **Steppenpflanzen** finden wir bereits in größerer Zahl geschützt, so bei Kreuznach, Nürnberg, an der Weichsel. In der Lüneburger Heide ist der Wilseder Berg, eine ausgezeichnete *Calluna*-Formation, mit seiner Umgebung in weiterem Umfang gesichert. Die Pflanzengemeinschaften der Salz- und Strandflora sind hier ebenfalls zu nennen. Die Bedeutung des **Waldes**, der am höchsten entwickelten Pflanzengemeinschaft, als Naturdenkmal einerseits und als Ziel von Wanderungen und biologischen Ausflügen anderseits ausführlich zu schildern, kann hier nicht unternommen werden. Dazu bietet er in jeder Jahreszeit und auch nach Alter, Baumart, Pflanzenwuchs und Tierleben zu viel der verschiedensten Erscheinungen und Anregungen. Ein größere Zahl von besonders charakteristischen Teilen in den einzelnen Provinzen sollen in Zukunft als Naturdenkmäler unverändert erhalten bleiben. Geheimrat **Peter** in Göttingen hat den Schutz eines alten Eichenbestandes im Solling veranlaßt; auf Anregung von Landschaftsmalern ist im Reinhardswald bei Cassel ein Waldgebiet von 70 ha Größe geschützt, in dem besonders die alten malerischen Eichen bis zu 9 m Umfang haben (Abb. 348). Erwähnt sei ferner der dichteste, urwüchsige Eibenbestand in der Tucheler Heide, ein reiner Bestand von Linden in dem Letzlinger Forst usw. Wo die Möglichkeit gegeben ist, solche Gelände auf einem Ausfluge zu erreichen, dürften sie in erster Linie aufgesucht werden. Da gibt es zahlreiche biologische Fragen zu erörtern: die Verbreitung der einzelnen Waldbäume, ihre Abhängigkeit vom Boden, ihre Wuchsformen, die Ursachen für das Fehlen gewisser Arten, die Begleitpflanzen; über den Unterschied von Wald und Forst; Verschiedenartigkeit des Unterwuchses nach den Baumarten, seine Abhängigkeit vom Licht, seine Bedeutung für das Tierleben; solche und ähnliche Betrachtungen werden durch die Heranziehung des lebenden Beispiels viel anschaulicher und die Ergebnisse prägen sich dem Gedächtnis dauernder ein. Zum Schluß noch einige Worte über Naturdenkmäler, die nicht bei Ausflügen berücksichtigt werden sollen. Gemeint sind die Standorte seltener Pflanzen und die Wohnstätten seltener Tiere. So wichtig es für die Pflanzen- und Tiergeographie ist, solche Standorte möglichst vollständig nachzuweisen und so die Häufigkeit und Verbreitungsgrenzen der einzelnen Arten festzustellen, so ist es doch nicht die Aufgabe der Lehrausflüge, diese Kenntnis zu verallgemeinern. Es ist bedenklich, namentlich bei Ausflügen mit zahlreichen Teilnehmern, auf seltene Naturkörper aufmerksam zu machen. Unter einer größeren Zahl wird sich immer einer oder der andere finden, der sich durch den Wunsch, die betreffende Seltenheit zu besitzen, verleiten läßt, eins oder mehrere Stücke davon zu nehmen; das Verbotene reizt bekanntlich am meisten, das gilt nicht bloß für Schüler.

Die vorstehenden Ausführungen können in ihrer Kürze die Bedeutung der Naturdenkmalpflege für die biologische Technik nur in allgemeinen Umrissen wiedergeben. Die Heranziehung dieses der Wissenschaft und dem Unterricht bisher noch fernstehenden Gebietes kann nur mit gewisser Vorsicht und weisem Takt geschehen. Da die biologische Wissenschaft die Beziehungen der Lebewesen zu ihrer Umgebung und ihre Abhängigkeit von deren Eigenart zu erfassen sucht, sind die Naturdenkmäler gewiß ausgezeichnete Objekte, die sich gut in den Rahmen dieser Betrachtungsweise einfügen. Mag ein Naturdenkmal als Einzelwesen, oder als Art, oder als Lebensgemeinschaft erscheinen, immer werden die Merkmale, welche seinen Schutz herbeigeführt haben oder veranlassen müßten, biologischer Art sein, und zwar so hervorstechende, daß sie das betreffende Gebilde vor anderen auszeichnen. Wenn aber diese Tatsache zugegeben wird, dann ist auch die am Anfang ausgesprochene Ansicht richtig, daß die Kenntnis der Naturdenkmäler, ihre Erforschung und Erhaltung für die biologische Forschung von weittragender Bedeutung und unverkennbarem Nutzen ist.

Literatur.

Beiträge zu Naturdenkmalpflege, herausgegeben von H. Conwentz. Bd. I—III, Berlin 1910—1912. (Mit Abbildungen, Karten und Anlagen der einschlägigen Gesetze, Erlasse und Verfügungen; stellen ein Archiv der hauptsächlichsten Vorgänge dar.)

Bock, W., Die Naturdenkmalpflege. Stuttgart 1910. (Gibt Beispiele von Naturdenkmälern, behandelt Naturdenkmalpflege und Schule, freiwillige Mitwirkung und amtliche Maßnahmen.)

Conwentz, H., Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Denkschrift dem Herrn Minister der geistlichen usw. Angelegenheiten überreicht. 4. Aufl. Berlin 1912. (Grundlegende Schrift.)

Conwentz, H., Die Heimatkunde in der Schule. 2. vermehrte Aufl. Berlin 1906. (Weist nach, daß die heimatliche Natur in den Schulen bisher zu wenig berücksichtigt ist und gibt zahlreiche Anregungen).

Eigner, G., Naturpflege in Bayern. Veröffentlichungen des Bayer. Landesausschusses für Naturpflege. Nr. 3. München 1908. (Grundlegende Schrift für Bayern.)

Forstbotanisches Merkbuch. Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden urwüchsigen Sträucher, Bäume und Bestände im Königreich Preußen: I. Prov. Westpreußen 1900, II. Prov. Pommern 1904, III. Prov. Hessen-Nassau 1904, IV. Prov. Schleswig-Holstein 1905, V. Prov. Hannover 1907. (Inventar der Naturdenkmäler des Waldes nach Verwaltungs- und Besitzverhältnissen geordnet.)

Fricke, K., Biologische Heimatkunde in der Schule. Leipzig 1909. (Zeigt, wie wichtig die Beziehung zur Heimat im biologischen Unterricht ist und gibt Musterbeispiele von Ausflügen; umfangreiche Literatur.)

Guenther, K., Der Naturschutz. Freiburg 1910. (Behandelt die gesamte Naturschutzbewegung und macht Vorschläge zur Erhaltung [und Bereicherung!] der Natur.).

Heering, W., Leitfaden für den biologischen Unterricht. Berlin 1908. Teil II, 1910. (Berücksichtigt die wichtigsten Naturdenkmäler.)

Heimatschutz in Sachsen. 10 Vorträge von Hochschullehrern in Dresdener Hochschulkursen gehalten. Leipzig 1909. (Die fünf ersten behandeln Naturdenkmäler.)

Hennicke, C. R., Handbuch des Vogelschutzes. Leipzig 1912. (Begründet die Notwendigkeit des Vogelschutzes aus ethischen und ästhetischen Gründen, erörtert gesetzliche Maßnahmen und gibt Anleitung zu seiner Ausübung.)

Naturdenkmäler. Vorträge und Aufsätze, herausgegeben von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege. Berlin 1913. Heft 1, Heymons, Kolkwitz, Lindau, P. Magnus, Ulbrich: Richtlinien zur Untersuchung der Pflanzen- und Tierwelt besonders in Naturschutzgebieten. Heft 2, M. Braeß: Die Raubvögel als Naturdenkmäler. Heft 3, H. Klose: Unsere erratischen Blöcke. Heft 4, E. Weise: Zur rechtlichen Sicherung von Denkmälern. Heft 5, G. E. F. Schulz, Vogelschutzgebiete an deutschen Meeresküsten. Heft 6, W. Bock, Das Naturschutzgebiet bei Sababurg.

Schube, Th., Waldbuch von Schlesien. Breslau 1906. (Aufzählung der bemerkenswerten Bäume nach Kreisen und alphabetisch geordnet.) Ähnlich:

Klein, L., Bemerkenswerte Bäume im Großherzogtum Baden. Heidelberg 1908.

Schlieckmann, E., Westfalens bemerkenswerte Bäume. Bielefeld und Leipzig 1904.

Schwäbisches Baumbuch, herausg. von der Kgl. Württembergischen Forstdirektion. Stuttgart 1911.

Stutzer, F., Die größten, ältesten und sonst merkwürdigen Bäume Bayerns in Wort und Bild. München 1900 ff.

Schube, Th., Aus Schlesiens Wäldern. Breslau 1912. (10 Vorträge biologischen Inhalts mit Heranziehung bemerkenswerter Bäume Schlesiens.)

Schulz, G. E. F., Natururkunden. Berlin 1908. (8 Hefte wohlgelungener photogr. Naturaufnahmen mit Text.)

Schulz, G. E. F., Anleitung zu photographischen Naturaufnahmen. Leipzig u. Berlin 1911. (Zahlreiche Beispiele aus der Praxis; berücksichtigt auch biologische Motive.)

Sachregister.

F.

N.

O.

P.

Namenregister.

Firmen und Bezugsquellen.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

„Eine tüchtige und originelle Leistung, eine Zierde unserer naturwissenschaftlichen Literatur."
(Prof. C. Keller in der Neuen Zürcher Zeitg.)

„Ein Standardwerk der Zoo-Biologie. Für den Lehrer der Biologie eine unentbehrliche Fundgrube."
(Zeitschrift für Realschulwesen in Bayern.)

Tierbau und Tierleben

in ihrem Zusammenhang betrachtet

von

Dr. R. Hesse
Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin

und

Dr. F. Doflein
Professor an der Universität in Freiburg im Breisgau

Mit über 1000 Abbildungen sowie 40 Tafeln in Schwarz- und Buntdruck
nach Originalen von W. Engels, H. Genter, W. Heubach, E. L. Höß, E. Kißling, W. Kuhnert, C. Merculiano, L. Müller-Mainz, P. Negenborn, O. Vollrath u. a.

1. Band: Das Tier als selbständiger Organismus

2. Band: Das Tier als Glied des Naturganzen

Jeder Band in künstlerischem Orig.-Ganzleinenbd. geb. M. 20.—, in elegantem Halbfranzbd. M. 22.—

Aus der gewaltigen Fülle naturwissenschaftlicher Schriften und Bücher, hervorgerufen durch das in immer weitere Kreise dringende Verlangen nach naturwissenschaftlicher und hauptsächlich biologischer Erkenntnis, ragt das Werk von Hesse und Doflein in mehr als einer Beziehung hervor. Sich nicht auf eine Beschreibung der einzelnen Tiere beschränkend, sondern in meisterhafter Weise das Typische, allen Lebewesen Gemeinsame herausgreifend, schildert es auf Grund der modernsten Forschungsergebnisse die tierische Organisation und Lebensweise, die Entwicklungs-, Fortpflanzungs- und Vererbungsgesetze, die Abhängigkeit der einzelnen Teile vom Gesamtorganismus und wiederum deren Einfluß auf das Ganze, kurz, alle die Fragen, die heute den Forscher wie den interessierten Laien bewegen. Dabei vereinigt das Werk mit unbedingter wissenschaftlicher Zuverlässigkeit eine seltene Klarheit der Sprache, die eine Lektüre desselben für jeden Gebildeten zu einem Genuß gestaltet. Eine große Anzahl künstlerischer Bilder und Tafeln, von ersten Künstlern besonders für das Werk hergestellt, unterstützt den Text, so daß die innere wie äußere Ausstattung als hervorragend bezeichnet werden muß.

Aus den Besprechungen:

„... Jeder Zoologe und jeder Freund der Tierwelt wird dieses Werk mit Vergnügen studieren, denn die moderne zoologische Literatur weist kein Werk auf, welches in dieser großzügigen Weise alle Seiten des tierischen Organismus so eingehend behandelt. Das Werk wird sich bald einen Ehrenplatz in jeder biologischen Bibliothek erobern." (L. Plate im Archiv f. Rassen- u. Gesellsch.-Biologie.)

„Ein in jeder Hinsicht ausgezeichnetes Werk. Es vereinigt sachliche, streng wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes mit klarer, jedem, der in rechter Mitarbeit an das Werk herantritt, verständlicher Darstellung. Jeder wird das Buch mit großem Gewinn und trotzdem großem Genuß lesen und Einblick in den Ernst der Wissenschaft gewinnen. Das schöne Werk darf als Muster volkstümlicher Behandlung wissenschaftlicher Probleme bezeichnet werden." (Lit. Jahresbericht des Dürerbundes.)

„... Ein Buch, welches ganz auf der Höhe steht, und auf welches Autor und Verleger in gleichem Maße stolz sein können. Der großen Schar von Freunden der Biologie sei dieses Buch aufs wärmste empfohlen." (Professor Dr. W. Kükenthal in der Schlesischen Zeitung.)

„... Exakte Wissenschaftlichkeit verbindet sich hier mit klarster Darstellung und sachlicher Behandlung der angeschnittenen Probleme. Und mustergültig wie der Text sind auch die Illustrationen und die Ausstattung des Buches, das in Wahrheit ein ‚schönes' Werk ist." (Die Propyläen.)

Einführung in die Biologie

zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbstunterricht

Von Professor Dr. **Karl Kraepelin**
Direktor des Naturhistorischen Museums in Hamburg

3. Aufl. Mit 344 Abbild., 5 mehrfarbigen Tafeln u. 2 Karten. gr. 8. 1912. In Leinw. geb. M. 4.80.

Die allgemeine Tendenz des Buches, in Anlehnung an die Vorschläge der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte einen Wegweiser für die Behandlung der Biologie in den Oberklassen der höheren Schulen zu bieten, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Die in unerwartet kurzer Frist nötig gewordene dritte Auflage sucht den seitens der Kritik geäußerten Wünschen tunlichst gerecht zu werden. So wurde ein Abschnitt über die Deszendenzlehre und ein Register hinzugefügt, die geographische Verbreitung der Pflanzen und Tiere mehr im Zusammenhange behandelt. Die Gliederung des Ganzen ist durch Einfügung zahlreicher neuer Überschriften übersichtlicher gestaltet, das weniger Wesentliche durch kleineren Druck mehr in den Hintergrund gedrängt, um das Buch auch bei geringerer Stundenzahl benutzbar zu machen.

„... Dieser Leitfaden ist als ein ganz vorzüglicher zu bezeichnen. Er faßt das Allgemeine vom Leben der Tiere und Pflanzen kurz zusammen und gibt eine Übersicht über die Sinnesphysiologie des Menschen, über die Ethnographie und die Prähistorik. Er zeigt das, was meines Erachtens das Wesentliche für diesen Unterricht auf der Oberstufe wäre, daß nicht eine Fülle neuer Tatsachen den Schülern geboten werden, sondern diese übersichtlich zusammengefaßt und von allgemeinen Gesichtspunkten behandelt werden, dabei aber die physikalischen und chemischen Kenntnisse der Schüler ausgenutzt werden. Wir wollen dem Verfasser dankbar sein, daß er uns ein so gutes Vorbild geliefert hat, wie ein solcher Unterricht zu gestalten ist." (Monatsschrift für höhere Schulen.)

DIDAKTISCHE HANDBÜCHER
FÜR DEN REALISTISCHEN UNTERRICHT AN HÖHEREN SCHULEN

Herausgegeben von

Dr. A. HÖFLER
Professor an der Universität Wien

Dr. F. POSKE
Professor am Askanischen Gymnasium zu Berlin

In 10 Bänden. gr. 8. — Zunächst sind erschienen:

Didaktik des mathematischen Unterrichts
von **A. Höfler** i. Wien. Mit 2 Taf. u. 147 Fig. 1910. Geh. M. 11.—, geb. M. 12.—

„. . . Höfler steht wegen seiner erstaunlichen Schaffenskraft und seiner rühmlichen Tätigkeit zweifellos in erster Reihe derjenigen, denen wir die Belehrung und den Aufschwung des realistischen Unterrichtes in den letzten Jahrzehnten zu verdanken haben. . . . Von einem Werke aus der Hand dieses Mannes wird man etwas Besonderes erwarten können, und in der Tat trägt es, wie wenige andere, einen persönlichen Zug. . . . Er hat aber ein Werk geschaffen, für das ihm alle Mathematiklehrer außerordentlich dankbar sein müssen."
(Zeitschrift f. d. Realschulwesen.)

Didaktik des botanischen Unterrichts
von **B. Landsberg** in Königsberg i. Pr. Mit 19 Figuren. 1910. Geh. M. 7.—, geb. M. 8.—

„. . . Es wird hier eine gewaltige Fülle von Einzelheiten kritisch gesichtet und in den gehörigen Zusammenhang zum Ganzen gebracht. Wir sind überzeugt, daß ein eingehendes Studium der Didaktik L.s für jeden angehenden Biologen unumgänglich notwendig, für den erfahrenen von größtem Werte sein muß."
(Deutsche Literaturzeitung.)

Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie.
Mit Beiträgen v. W. Foerster, (Berlin); K. Haas, (Wien); M. Koppe, (Berlin); S. Oppenheim, (Wien); A. Schülke, (Tilsit). Verfaßt von **A. Höfler** in Wien. Mit 2 Taf. und 80 Figuren. 1913. Geh. M. 11.—, geb. M. 12.—

Allgemein wird der Mißerfolg des herkömmlichen Unterrichts der „mathematischen Geographie" beklagt. Diese hatte von Schülern der untersten Klassen eine Kenntnis der „wirklichen" Bewegungen der Erde nach dem kopernikanischen Systeme verlangt und aus ihnen die fälschlich als „scheinbar" bezeichneten, in Wahrheit aber allein der Anschauung zugänglichen Bewegungen der Sonne am Tageshimmel deduzieren zu müssen geglaubt, ehe mit den Schülern noch irgendwelche Erscheinungen beobachtet und ihre Gesetze induziert sind. In scharfem Gegensatz zu solchen didaktischen Verkehrtheiten schließt sich der Verfasser den Didaktikern an, die auch für diese Elemente der Geographie die anerkannten didaktischen Methoden des sonstigen naturwissenschaftlichen Unterrichts gefordert haben.

Didaktik der Physik
von Prof. Dr. **Fr. Poske** in Berlin. Mit Figuren 1914. [Unter der Presse.]

Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen.
Von Dr. **K. Goebel**, Prof. an der Universität München. Mit 135 Abb. gr. 8. 1908. In Leinw. geb. M. 8.—

„Das Buch ist in einem so leicht verständlichen Ton geschrieben und jeder Abschnitt mit einer solchen Fülle von interessantem Beobachtungsmaterial ausgestattet, daß seine Lektüre zu einem wirklichen Genusse wird."
(Mathematisch-naturwissenschaftliche Blätter.)

„Vor allem wird Goebel die Lehrer der Naturkunde die Methode lehren, wie man untersucht, forscht und experimentiert. Er wird sie selbständig machen, unabhängig von den gebräuchlichen Lehrbüchern, und er wird ihnen Selbstvertrauen und Sicherheit einflößen." **(Frankf. Schulztg.)**

Lehrbuch der Paläozoologie.
Von Professor Dr. **Ernst Freiherr Stromer von Reichenbach**, Privatdozent an der Universität München. In 2 Teilen. gr. 8. In Leinw. geb.
I. Teil: **Wirbellose Tiere.** Mit 398 Abb. 1909. M. 10.—
II. Teil: **Wirbeltiere.** Mit 234 Abb. 1912. M. 10.—

„. . . Der Verfasser war bemüht, im engsten Anschlusse an die Resultate der Zoologie vor allem die Organisation der Tiere klarzulegen und auch ihre Lebensweise kurz zu erörtern, während die Systematik nur in ihren Prinzipien genauere Berücksichtigung fand. Auch wurde Wert darauf gelegt, der allgemeinen Paläozoologie größeren Raum zu gewähren. . . . Das Buch ist klar geschrieben, übt gesunde Kritik, und verhehlt nicht die Schwierigkeiten und Lücken. Ausstattung und besonders die Illustrationen sind ebenfalls vorzüglich."
(Mitteilungen der Anthrop. Gesellschaft in Wien.)

„. . . Das Buch ist gut und reichlich illustriert, anziehend und leichtverständlich geschrieben, dabei knapp und doch vollständig. Seine Lektüre bereitet Genuß. Der hohe Wert und die Schönheit der paläontologischen, insbesondere der paläozoologischen Forschung leuchtet deutlich daraus hervor. Jeder, der sich für die ausgestorbene Tierwelt, speziell also für die Wirbellosen interessiert, mag es getrost zur Hand nehmen."
(Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie.)

Bau und Leben der Bakterien.
Von Professor Dr. **Wilhelm Benecke** in Berlin. Mit 105 Abbildungen. gr. 8. 1912. In Leinwand geb. M. 15.—

„Mit gewissenhafter Vollständigkeit behandelt Benecke die Naturgeschichte der Bakterien, womit ein Werk geschaffen ist, welches eine klaffende Lücke in der bisherigen Literatur ausfüllt und wie kein zweites geeignet ist, die Kenntnis von den in den sonstigen Lehrbüchern meist arg vernachlässigten Bakterien zu verbreiten."
(Medizinische Klinik.)

Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen).
Von Dr. **S. von Prowazek**, Zoologisch. Assistent am Seemannskrankenhaus u. Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Mit 51 Abbildungen. gr. 8. 1910. In Leinwand geb. M. 6.—

„. . . Sein Verdienst liegt vor allem in der Anregung zu neuen Forschungen, die das Buch durch Diskussion der sehr zahlreichen neuen Untersuchungen über Zellenbau und Zellenleben der Protisten bringt. Bei dem geringen Alter, auf das die Protistenkunde als intensiv betriebene fast schon selbständig gewordene biologische Disziplin zurücksehen kann, handelt es sich zum großen Teil um neue und neueste Arbeiten, deren Ergebnisse in dem vorliegenden Werk zur Sprache kommen. . . ."
(Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie.)

Planktonkunde.
Von Dr. **A. Steuer**, Professor an der Universität Innsbruck. Mit 365 Abbildungen und 1 farbigen Tafel. gr. 8. 1910. In Leinwand geb. M. 26.—

„. . . Knappe Darstellung und Übersichtlichkeit in der Behandlung des Stoffes, souveräne Beherrschung und vortreffliche Verwertung der sehr zerstreuten Literatur möchten wir dem Buche nachrühmen. Als ein besonderer Vorzug erscheint ferner das stete Hervorheben des engen Zusammenhangs zwischen der theoretischen Planktonforschung mit den Fragen der praktischen Fischerei. . . Die Ausstattung des Werkes ist tadellos. . . ."
(Zoologisches Zentralblatt.)

„Der bekannte Innsbrucker Planktonforscher hat uns mit diesem Buche ein Werk geschenkt, das von dauerndem, großem Werte sein wird, zumal es das erste in seiner Art ist. Wer die riesige, weit verstreute Planktonliteratur kennt, weiß, was das bedeutet, und er wird hocherfreut sein, wenn er sieht, wie Steuer seiner großen Aufgabe ganz und gar gerecht geworden ist, und zwar in einer Weise, die das Lesen des Buches zu einem wirklichen Genuß macht." **(Zeitschrift für Naturwissenschaften.)**

——— Kleine Ausgabe: **Leitfaden der Planktonkunde.** Mit 279 Abbildungen und einer farbigen Tafel. gr. 8. 1911. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 8.—

„In wohlgelungenen Abbildungen werden dem Leser eine große Anzahl charakteristischer Planktonformen vor Augen geführt, und eine Reihe instruktiver Diagramme veranschaulichen die Verbreitung der wichtigsten Vertreter im Atlantischen Ozean, dem bisher am besten durchforschten Teile des Weltmeeres. Wer in das interessante Gebiet der Planktonkunde eingeführt zu werden wünscht, wird in dem vorliegenden Buche sicher einen seinen Wünschen entsprechenden Wegweiser finden."
(Zeitschr. f. d. math. u. naturw. Unterricht.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Kraepelin: Leitfaden für d. botanischen Unterricht an mittleren und höheren Schulen. 8., neu bearb. Aufl. Mit 413 Abb. u. 14 mehrfarbigen Tafeln. In Leinw. geb. M. 3.20.

„Die vorliegende Auflage bietet eine vollständige Neubearbeitung dar, die sich besonders den biologischen Bedürfnissen anpaßt, die von der allgemeinen Schulreform in den Vordergrund gestellt worden sind; das Vorwort rechtfertigt das Programm in ausgezeichneter Weise. Das Buch ist durch die Bearbeitung in eine Gestalt umgeformt worden, in der es sich der unbedingten Empfehlung würdig zeigt." (*Zeitschrift für lateinlose höhere Schulen.*)

Kraepelin: Leitfaden f. d. zoologischen Unterricht in den unteren u. mittleren Klassen der höheren Schulen. 6. Aufl. Mit 536 Figuren und 9 farbigen Tafeln. 1911. In Leinw. geb. M. 4.80. Auch in 2 Teilen. In Leinwand geb.
I. Teil: Wirbeltiere. Mit 226 Figuren und 3 farbigen Tafeln. M. 2.40.
II. Teil: Wirbellose und Anthropologie. Mit 310 Figuren und 6 farb. Tafeln M. 2.80.

„...Eine sehr gründliche, methodische Durcharbeitung des zoologischen Unterrichtsstoffes für den Schulgebrauch, welche namentlich dem Anfänger im Lehramte von großem Nutzen sein, aber auch den Erfahreneren noch auf manchen neuen Gesichtspunkt hinweisen dürfte.... eine der bedeutendsten Erscheinungen auf dem Gebiete der neuen einschlägigen Schulbuch-Literatur..." (*Naturw. Rundschau.*)

Kraepelin: Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland. Ein Taschenbuch der im Gebiete einheimischen und häufiger kultivierten Gefäßpflanzen für Schüler und Laien. 7., verbesserte Auflage. Mit 616 Holzschnitten. In Leinwand geb. M. 4.50.

„...Diese Flora hat schon gute Aufnahme und verdiente Verbreitung gefunden und sei aufs neue empfohlen. Der Verfasser ist bestrebt gewesen, den Schülern höherer Lehranstalten ohne Hilfe des Lehrers eine sichere und leichte Bestimmung nicht nur der wildwachsenden, sondern auch der verbreitetsten Zierpflanzen zu ermöglichen. Nach vorgenommenen Stichproben hat er dieses Ziel erreicht." (*Preußische Lehrerzeitung.*)

Kraepelin: Naturstudien (mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim) im Hause. 4. Aufl. Geb. M. 3.20. — im Garten. 3. Aufl. Geb. M. 3.60. — in Wald und Feld. 3. Aufl. Geb. M. 3.60. — in der Sommerfrische. 2. Aufl. Geb. M. 3.20. — in fernen Zonen. Geb. M. 3.60. — Volksausgabe. Eine Auswahl. Veranstaltet vom Hamburger Jugendschriften-Ausschuß. 2. Aufl. Geb. M. 1.—

„Was die Kraepelinschen Bücher vor manchen ähnlichen auszeichnet, ist die stete Anregung und Anleitung zum Selbstbeobachten und Selbstdenken. Sie eignen sich daher in ganz besonderer Weise für Volks- und Schülerbibliotheken." (*Naturwissenschaftliche Rundschau.*)

Worgitzky: Blütengeheimnisse. Eine Blütenbiologie in Einzelbildern. Mit 47 Abb., Buchschmuck von J. V. Cissarz u. einer farbigen Tafel von P. Flanderky. 2., vermehrte Auflage. In Leinwand geb. M. 5.—

„Die Darstellung ist lebendig und klar; die jeder Art beigegebenen schematischen Abbildungen von Blütenumrissen und -durchschnitten tragen wesentlich zur Erleichterung des Verständnisses bei. Es muß besonders hervorgehoben werden, daß auf den sprachlichen Ausdruck die größte Sorgfalt verwendet worden ist. Das Werk ist in seiner jetzigen Gestalt sehr brauchbar und kann allen, die sich mit Blütenbiologie beschäftigen wollen, bestens empfohlen werden. Das Büchlein eignet sich zu Schulprämien und als Geschenk für die reifere Jugend." (*Naturwissenschaftl. Rundschau.*)

Landsberg: Streifzüge durch Wald und Flur. 4. Aufl. Mit 88 Illustrationen von Frau H. Landsberg. In Leinw. geb. M. 5.—

„Ein prächtiges Buch! Der Verfasser versteht es in ausgezeichneter Weise, die Jugend auf die wunderbaren Lebenserscheinungen der Natur aufmerksam zu machen. Auch dem Lehrer wird das Buch zur möglichst nutzbringenden Ausgestaltung von Spaziergängen vorzügliche Dienste leisten." (*Schweizerische Lehrerzeitung.*)

Wünsche: Die verbreitetsten Pflanzen Deutschlands. Ein Übungsbuch für den naturwissenschaftlichen Unterricht. 5. Auflage von Prof. Dr. B. Schorler. Mit 459 Umrißzeichnungen. Geb. M. 2.60.

„Die Auswahl der Pflanzen ist überall eine durchaus sachgemäße, und die Anzahl der aufgenommenen Arten so reichlich, daß das Buch dem Anfänger gewiß längere Zeit ein guter Führer sein wird. Recht praktisch sind am Schluß des Buches Tabellen zum Bestimmen der Holzgewächse nach dem Laube." (*Apotheker-Zeitung.*)

Hausrath: Pflanzengeograph. Wandlungen der deutschen Landschaft. In Leinwand gebunden M. 5.—

Das Aussehen der deutschen Landschaft hat im Laufe der Zeiten große Änderungen erfahren, deren Umfang und Gründe in den letzten Jahrzehnten mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Diskussion gewesen sind. Diese drehte sich hauptsächlich um die Frage, wie groß der Einfluß des Menschen war. Aber auch die künftige Gestaltung dieser Verhältnisse, die zweckmäßige Verteilung von Wald und Feld, die Nutzbarmachung der Heiden und Moore durch Aufforstung oder landwirtschaftliche Kultur, wird heute viel erörtert. Ausgehend von den natürlichen Bedingungen der Vegetationsformen sucht der Verfasser diese Fragen aufzuklären, indem er vom Ende der Eiszeiten an dem Wechsel in der Verteilung und in dem Zustand von Wald, Feld und Wiese, Heide und Moor nachgeht und seine wahrscheinlichen Gründe feststellt.

Söhns: Unsere Pflanzen. Ihre Namenserklärung und ihre Stellung in der Mythologie und im Volksaberglauben. 5. Aufl. Mit Buchschmuck von J. F. Cissarz. 1912. Geb. M. 3.—

„... Wir möchten das Buch jedem Lehrer der Naturkunde in die Hand geben; denn mit seiner Hilfe hört der Botanikunterricht auf, ein nüchterner, lebloser zu sein; jede Pflanze gewinnt für den Schüler Bedeutung und Leben, sobald er erfährt, wie ihr Name entstanden, was für Sagen, Anekdoten und abergläubische Vorstellungen sich daran knüpfen." (*Schweiz. Archiv für Volkskunde.*)

Pfalz: Naturgeschichte für die Großstadt. 2 Bände. Mit 104 Federzeichnungen. In Leinwand geb. je M. 3.—

I. Teil: Tiere und Pflanzen der Straßen, Plätze, Anlagen, Gärten und Wohnungen. II. Teil: Aquarium und Terrarium, Pflanzen der Gärten, Wohnungen, Anlagen und des Palmenhauses.

„Die Pfalzsche Naturgeschichte versteht es in geschickter Weise die in die Kultur einbezogene Tier- und Pflanzenwelt der unmittelbaren Umgebung zu interessanten Objekten eines Unterrichts zu machen, der daran eine Fülle von Kopf und Herz bereicherndem Material zu gewinnen vermag." (*Leipziger Lehrerzeitung.*)

Müller: Mikroskopisches und physiologisches Praktikum der Botanik für Lehrer. Mit 403 Figuren. Geb. I. Teil: Die Zelle und der Vegetationskörper der Phanerogamen. M. 4.80. II. Teil: Kryptogamen. M. 4.—

„Es ist ein ausgezeichnetes Buch für den Lehrer zum Selbststudium und zur Fortbildung auf dem Gebiete der Anatomie und Physiologie der Pflanzen.... Das Werk kann in den Dienst der Reformbewegung gestellt werden, die im Unterricht in den Naturwissenschaften an höheren Schulen immer mehr Freunde gewinnt und sich auch für die Botanik Bahn brechen wird." (*Preuß. Lehrerzeitung.*)